

CARLOS MANOEL DE OLIVEIRA

QUALIDADE DE SEMENTES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO NO
CAPÍTULO E DA DENSIDADE DE PLANTAS

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia
como parte das exigências do programa de Pós-graduação
em Agronomia — Doutorado, para obtenção do título de
Doutor.

Orientador

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos

Coorientadora

Prof.^a Dr.^a Denise Garcia de Santana

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

CARLOS MANOEL DE OLIVEIRA

QUALIDADE DE SEMENTES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO NO
CAPÍTULO E DA DENSIDADE DE PLANTAS

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia
como parte das exigências do programa de Pós
Graduação em Agronomia — Doutorado, para obtenção
do título de Doutor

APROVADA em 11/4/2013

Prof.^a Dr.^a Denise Garcia de Santana

UFU

Prof. Dr. José Ricardo Peixoto

UnB

Dr.^a Raquel Alves de Freitas

EMBRAPA

Prof. Dr. Maurício Martins

UFU

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos
ICIAG-UFU
(Orientador)

Prof.^a Dr.^a Denise Garcia de Santana
ICIAG-UFU
(Coorientadora)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

Aos meus filhos, Giovanna Costa Ribeiro de Oliveira e Igor Costa Ribeiro de Oliveira, por simplesmente existirem. Sem eles, minha vida não teria sentido e graça. Vocês me ensinaram o que é amar incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me indicou as portas que eu realmente precisava abrir.

Aos meus pais, Anis Maria de Oliveira e Clélia Dalva de Souza Oliveira: vocês me deram o que eu mais precisava: ser filho de vocês! Isso me basta para que eu possa alcançar todos os meus objetivos.

À minha esposa, Ana Carolina Costa Ribeiro de Oliveira: como você foi, é e sempre será importante na minha vida! Nada teria sentido se não fosse você! Guerreira, companheira de todas as horas! Obrigado por sempre estar ao meu lado nestes 17 anos de muito carinho, amor e amizade.

Ao professor doutor Carlos Machado dos Santos: suas sábias palavras, sua serenidade, seu caráter e sua sensatez são exemplos para gerações futuras. Obrigado por clarear os caminhos para que eu pudesse chegar à conclusão de mais esta importante etapa da minha vida profissional!

À professora doutora Denise Garcia Santana: seus ensinamentos e suas orientações foram essenciais em todas as etapas do curso. Obrigado por tudo!

Às minhas amigas Sara e Francielly: suas palavras doces e alegres, sua colaboração, sua paciência e seu convívio sempre estarão no meu coração.

Ao engenheiro agrônomo e mestre Adílio: como é bom conhecer e conviver com pessoas como você, exemplo de pai, filho e amigo. Sua dedicação, seu apoio e seu conhecimento foram determinantes para a conclusão do meu experimento.

À minha amiga professora Maria Auxiliadora Ribeiro: exemplo de competência, você foi a primeira pessoa a me incentivar a fazer o doutorado, por isso lhe agradeço todos os dias! Sem seus ensinamentos e conselhos, eu não chegaria aonde cheguei!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Botânica e importância do girassol.....	3
2.2 Qualidade da semente de girassol.....	5
2.2.1 População de plantas e qualidade das sementes.....	6
2.2.2 Posição no capítulo e qualidade das sementes.....	8
2.2.3 Peso e qualidade das sementes.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Colheita, secagem e beneficiamento das sementes.....	11
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	15
3.3 Avaliações.....	15
3.3.1 Proporção de sementes pesadas, leves e descartadas.....	15
3.3.2 Massa de mil sementes.....	15
3.3.3 Germinação.....	15
3.3.4 Emergência de plântulas em canteiros com areia.....	16
3.4 Procedimentos estatísticos.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Classificação das sementes pelo peso.....	22
4.2 Massa de mil sementes.....	23
4.3 Teste de germinação.....	25
4.4 Análise da emergência de plântulas em canteiros com areia.....	30
4.4.1 Emergência de plântulas.....	31
4.4.2 Índice de velocidade de emergência (IVE), tempos final e médio e coeficiente de variação de tempo.....	33
4.4.5 Sincronia.....	35
4.4.6 Incerteza.....	35
4.5 Frequência relativa de emergência.....	36
4.6 Considerações finais.....	39
5 CONCLUSÕES.....	40
6 REFERÊNCIAS.....	41
APÊNDICES.....	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Vista geral da área cultivada para na a condução do experimento na fazenda do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia — Uberlândia, MG, 2013.	11
FIGURA 2 – Detalhe da colheita dos capítulos de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	12
FIGURA 3 – Secagem ao ar livre dos capítulos de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	12
FIGURA 4 – Detalhes da debulha das sementes, nas posições periférica (P), mediana (M) e Central (C) do capítulo de girassol — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual).	13
FIGURA 5 – Limpeza das sementes com peneira e ventilador — Uberlândia, MG, 2013.	13
FIGURA 6 – Detalhes do assoprador de sementes usado para classificar as sementes segundo o peso — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de texto para visualização de campos).	14
FIGURA 7 – Detalhes do teste de germinação: semeadura (A); rolos de papel (B) e caracterização das plântulas (C) — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de letras e palavras para indicação visual). .	16
FIGURA 8 – Detalhe da marcação dos sulcos nos canteiros (A) onde foi conduzido o teste de emergência em areia, da semeadura (B), da cobertura das sementes (C), e das plântulas no momento da avaliação (D) — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de letras e palavras para indicação visual).	17
FIGURA 9 – Média dos dados de frequência relativa de emergência de sementes colhidas em três posições do capítulo oriundas de diferentes densidades de semeadura e classificadas como pesadas — Uberlândia, MG, 2013.	37
FIGURA 10 – Média dos dados de frequência relativa de emergência de sementes colhidas em três posições do capítulo oriundas de diferentes densidades de semeadura e classificadas como leves — Uberlândia, MG, 2013.	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Resumo das análises de variância dos dados das frações de sementes classificadas como pesadas e leves após o beneficiamento das sementes colhidas em três posições dos capítulos oriundos de diferentes densidades de semeadura de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	22
TABELA 2 –	Frações de sementes pesadas e leves obtidas após o beneficiamento das sementes colhidas em diferentes posições dos capítulos de plantas de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	22
TABELA 3 –	Resumo das análises de variância dos dados da massa de mil sementes oriundas de diferentes densidades de semeadura de girassol colhidas em três posições do capítulo e classificadas em dois pesos — Uberlândia, MG, 2013.	23
TABELA 4 –	Massa de mil sementes colhidas em três posições dos capítulos de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	24
TABELA 5 –	Massa de mil sementes de girassol em função da fração de peso das sementes em que foram classificadas e da densidade de semeadura — Uberlândia, MG, 2013.	24
TABELA 6 –	Resumo das análises de variância dos dados de porcentagem de plântulas normais e anormais e de sementes mortas obtidas de diferentes densidades de semeadura de girassol colhidas em três posições do capítulo e classificadas em dois pesos — Uberlândia, MG, 2013.	25
TABELA 7 –	Média dos dados de germinação de sementes de girassol colhidas em três posições do capítulo oriundas de quatro populações de plantas de girassol em que foram produzidos — Uberlândia, MG, 2013.	26
TABELA 8 –	Média dos dados de germinação das sementes classificadas como leves e pesadas oriundas de quatro densidades de semeadura de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	26
TABELA 9 –	Médias dos dados de germinação das sementes classificadas como leves e pesadas, colhidas em três posições do capítulo de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	27
TABELA 10 –	Média dos dados de porcentagem de plântulas anormais obtidas no teste de germinação com sementes obtidas em diferentes densidades de semeadura, classificadas pelo peso e colhidas em três posições do capítulo de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	29
TABELA 11 –	Média dos dados de porcentagem de plântulas anormais obtidas no teste de germinação, de sementes oriundas de quatro densidades de semeadura de girassol colhidas em três posições do capítulo e classificadas em leves e pesadas — Uberlândia, MG, 2013.	30
TABELA 12 –	Média de porcentagem de sementes mortas classificadas como leves e pesadas — Uberlândia, MG, 2013.	30
TABELA 13 –	Resumo das análises de variância dos dados de emergência. índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, tempo final, tempo médio, coeficiente de variação no tempo (CVt), índice de sincronia e incerteza obtidas com sementes oriundas de diferentes densidade de semeadura de girassol, colhidas em três posições do capítulo e classificadas em dois pesos. Uberlândia, MG, 2013.	32

TABELA 14 – Média dos dados de emergência de plântulas oriundas de sementes colhidas em três posições no capítulo de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	32
TABELA 15 – Média dos dados de emergência de plântulas de girassol oriundas de sementes classificadas como leves e pesadas — Uberlândia, MG, 2013.	33
TABELA 16 – Índice de velocidade de emergência, tempo final, tempo médio e coeficiente de variação no tempo das sementes, colhidas em três posições do capítulo de girassol, classificadas em dois pesos — Uberlândia, MG, 2013.	34
TABELA 17 – Média dos dados de sincronia da emergência de plântulas oriundas de sementes colhidas em três posições no capítulo de plantas de girassol — Uberlândia, MG, 2013.	35
TABELA 18 – Incerteza (bit) na emergência de plântulas oriundas de sementes de três posições do capítulo, colhidos em diferentes densidades de semeadura de girassol, em que foram produzidos — Uberlândia, MG, 2013.	36

RESUMO

OLIVEIRA, CARLOS MANOEL DE. **Qualidade de sementes de girassol em função da posição no capítulo e da densidade de plantas**. 2013. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia) — Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

O aumento da demanda de grãos de girassol para extração do óleo para alimentação e produção de biocombustível se reflete no mercado de sementes, pois nos últimos anos a exigência por sementes de qualidade tem sido cada vez maior. Este estudo objetivou avaliar a qualidade de sementes de girassol em função da posição no capítulo, da densidade de semeadura e do peso da semente mediante um experimento no laboratório de pesquisa de sementes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia. O delineamento experimental de blocos casualizados teve cinco repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Na parcela, a avaliação incluiu a densidade de semeadura; na subparcela, a posição das sementes no capítulo; na subdividida, o peso das sementes. As características avaliadas foram: a proporção das frações (pesadas e leves), a massa de mil sementes, a porcentagem de plântulas normais (germinação) e anormais e de sementes mortas, obtida no teste de germinação, a porcentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência, o tempo inicial, final e médio, o coeficiente de variação do tempo, a sincronia, a incerteza e frequência relativa da emergência. Esses dados foram obtidos no teste de emergência em areia. Concluiu-se que: a densidade de semeadura de até 40 mil sementes por hectare permite obter sementes com massa maior; sementes classificadas como pesadas apresentam emergência melhor de plântulas; índices melhores de velocidade de emergência são obtidos quando as sementes são colhidas na posição central do capítulo, assim como os menores tempos final e médio de emergência e o menor coeficiente de variação no tempo; sementes localizadas no centro da inflorescência emergiram de forma mais sincronizada quando comparadas com aquelas localizadas na periferia. A avaliação da emergência de plântulas de girassol em canteiros com areia se mostrou importante, sobretudo quanto aos resultados significativos obtidos para posição das sementes no capítulo de girassol.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L, cipselas, aquênios, emergência, peso de sementes.

¹ Orientador: Carlos Machado dos Santos — UFU; coorientadora: Denise Garcia de Santana — UFU.

ABSTRACT

OLIVEIRA, CARLOS MANOEL DE. **Quality sunflower seeds as a function of position in the chapter and plant density.** 2013. 60 f. Thesis (Ph.D. in Agronomy/Crop Science) — Federal University of Uberlândia.²

The increasing demand for sunflower seed aiming at making edible oil and biofuel is reflected on the seed market since the requirement for quality seeds has become bigger and bigger in recent years. This work aimed to evaluate the quality of sunflower seeds according to the position their in the chapter, to the seedling density, and to the seed weight by means of an experiment at the seed research laboratory of Universidade Federal de Uberlândia's Instituto de Ciências Agrárias. The experimental design followed randomized blocks with five replications in a split plot. The evaluation focused on seedling density in the plot, seed position in the chapter in the subplot, and seed weight in the subplot. Characteristics evaluated encompasses the proportion of fractions (heavy and light), a thousand seed mass, normal and abnormal seedlings percentage as well as dead seed percentage through germination test, emergence percentage, emergence speed rate, starting time, ending time and average time, coefficient of time variation, sync, uncertainty and relative frequency of emergence. These data came from the emergence test in sand. It was concluded that seedling density up to 40 thousand seeds per hectare allows to obtain greater-mass seeds; seeds considered to be heavy pose better plants emergence; higher rates of emergence speed are obtained when seeds come from the central position in the chapter, as it does both shorter final and medium emergence terms and lower coefficient of variation in time; the emergence of seeds in the central position of the chapter was more synchronized than of those seeds emerged in its periphery. The evaluation of sunflower plants in sand rows is important, above all, to obtain relevant results concerning the position of seeds in the chapter.

Keywords: *Helianthus annuus* L, cypselas, achenes, emergence, seed weight.

² Major professor: Carlos Machado dos Santos — UFU; coadvisor: Denise Garcia de Santana — UFU.

1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie que se adapta a condições edafoclimáticas diferentes em razão de sua baixa sensibilidade fotoperiódica. Cultura comum em todos os continentes, no Brasil o girassol pode ser cultivado na faixa que vai do Rio Grande do Sul a Roraima, no ano todo e em todas as regiões produtoras de grãos. Em função da disponibilidade hídrica e da temperatura características de cada região, pode ser cultivado como primeira cultura — aproveitando o início das chuvas (inverno–primavera) — ou segunda cultura — aproveitando o fim das chuvas (verão–outono).

Os primeiros cultivos de girassol no Brasil datam do início do século XX. No fim da década de 70 houve incentivos reais à pesquisa para que se atingissem índices de produtividade que posicionassem essa cultura como uma das principais oleaginosas do país — hoje a quinta em produção de grãos (atrás da soja, do algodão, da colza e do amendoim) e quarta em produção de óleo (atrás da soja, da palma e da canola); igualmente, é a quarta fonte de produção mundial de óleo vegetal comestível (USDA, 2010).

Como houve crescimento da demanda por grãos destinados à extração do óleo para alimentação e produção de biocombustível, a produção de grãos chegou a 106.000 toneladas na safra 2011/2012 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO/CONAB, 2012). Ainda assim, a quantidade de trabalhos sobre tecnologia de produção de sementes de girassol é menor que a de pesquisas sobre outras culturas anuais de destaque. Se uma razão para a carência de estudos pode ser o fato de a exploração comercial da semente de girassol ainda ser recente, cabe salientar que o setor tem se expandido e que a expansão começa a se refletir no mercado de sementes. Nos últimos anos, a demanda aumentou significativamente, assim como a exigência por sementes de qualidade, o que estimula o setor sementeiro a obter sementes de desempenho alto. Nesse caso, a qualidade precisa ser mensurada, sobretudo fatores que interferem na produção, tais como a escolha de áreas com características físicas apropriadas, férteis, com topografia adequada e de fácil acesso, dentre outros traços essenciais para o sucesso.

Além desses aspectos, outros merecem atenção porque podem reduzir a qualidade de um lote de sementes, a exemplo da densidade de semeadura: um estande abaixo do recomendado diminui a produção final de sementes de girassol, além da mato

competição provocada por espaços deixados pela falta de plantas da cultura principal; igualmente, a elevação da população final de plantas pode ter consequências como competição intraespecífica de plantas e redução do diâmetro do capítulo — isto é, redução do tamanho e peso das sementes produzidas — e produção de um microclima mais favorável ao aparecimento de doenças.

Outro fator importante a ser considerado é a estratificação do florescimento do capítulo de girassol, que leva de sete dias a dez dias para se completar e se faz em espiral, da periferia para o centro. O florescimento desuniforme leva a uma produção de sementes de tamanhos e peso distintos, podendo acarretar em erros de avaliação da qualidade de um lote quando da retirada da amostra para análise por causa da falta de homogeneidade do lote.

Visto que a população de plantas, a posição da semente no capítulo e o peso desta podem interferir na qualidade final de um lote de sementes de girassol, esta pesquisa objetivou avaliar a qualidade destas em função da posição no capítulo, da densidade de plantas e do peso da semente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Botânica e importância do girassol

Espécime dicotiledônea anual da ordem *Asterales* e família *Asteraceae*, o girassol é uma planta alógama cuja polinização aberta é feita basicamente por insetos, em particular abelhas. Durante a floração em lavouras comerciais, o uso de colmeias migratórias aumenta a produção pela polinização de um número maior de flores e, assim, propicia sua fecundação completa. Além do incremento na produtividade da cultura, o mel produzido é fonte de renda adicional, pois a produção por hectare atinge de 30 a 40 quilos (LEITE et al., 2005).

A planta tem caule herbáceo cujo diâmetro chega a três centímetros em média, embora possa atingir até dois metros e meio de altura. De coloração amarela, as folhas atingem de 20 a 30 centímetros de diâmetro, são alternas e pecioladas; as folhas terminais se dobram na maturação. As flores são reunidas em inflorescências denominadas capítulos. A rigor, o que se conhece como semente de girassol é um fruto seco indeiscente conhecido como aquênio. À planta do girassol se atribui a denominação cipsela — aplicável à família *Asteraceae* — porque seus frutos se apresentam com uma única semente oriunda de um ovário inferior (MARZINEK et al., 2008) e que se liga à parede do fruto — pericarpo — em um ponto apenas: o funículo; a semente — negrusca, quase elipsoidal e comestível — tem cerca de três centímetros de largura (FERRI, 1977; CASTRO, 2005).

Funcionalmente, as sementes de angiospermas, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), são constituídas por tecido de reserva, tecido meristemático e casca ou cobertura protetora; esta última é uma estrutura que delimita a semente, que pode ser constituída pelo tegumento (originário das paredes dos tegumentos do óvulo) ou, em certos casos, pelo pericarpo (originário da parede do ovário), que em algumas espécies se desenvolve intimamente ligado ao tegumento, como em cariopses, aquênios e cipselas, por isso estes são definidos botanicamente como frutos secos indeiscentes. A palavra semente, porém, é cabível porque o artigo 2º inciso XXXVIII da lei 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o sistema nacional de sementes e mudas, conceitua semente como material de reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica de semeadura (BRASIL, 2004).

Imigrantes europeus habituados a consumir amêndoas do girassol torradas introduziram sua cultura na região Sul. Em 1990, a demanda pelo óleo de girassol aumentou significativamente em razão de seu teor maior de gorduras polinsaturadas e teor maior de ácido linoleico, considerável mais saudável e essencial ao organismo humano. Assim, nos últimos anos, surgiu uma tendência de aumento na oferta e redução do diferencial de preço em relação ao óleo de soja que estimulou o aumento no consumo. O uso para alimentação animal como silagem tem crescido, com isso a geração de massa vegetal úmida por unidade de área tem sido maior, assim como a qualidade no produto; em razão de seu ciclo ser curto e da tolerância maior à seca, ao frio e ao calor na comparação com a maioria das espécies cultivadas no país, o custo de produção do girassol tem sido menor nos cultivos de outono (LEITE, 2005; NEVES, 2007). Além disso, é uma cultura de grande capacidade de produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes (CASTRO et al., 2005; NEVES, 2007).

Recomenda-se não cultivar o girassol em épocas favoráveis ao aparecimento de doenças, em especial as que ocorrem no fim do ciclo das plantas, imediatamente após o florescimento, tais como a podridão-branca (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib.), ferrugem (*Puccinia helianthi* Schw.) e mancha cinzenta da haste (*Phomopsis helianthi* Munt.-Cvet. et al.); isto é, deve-se evitar regiões com baixas temperaturas no fim do ciclo. A baixa sensibilidade fotoperiódica da planta permite cultivá-la no ano todo e em todas as regiões produtoras de grãos; não por acaso as altas temperaturas do ar verificadas nos períodos de florescimento, enchimento de aquênios e de colheita têm sido um condicionante central para o sucesso da exploração agrícola (CARVALHO, 2006; AGRIANUAL, 2006; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA, 2007).

Nos últimos anos houve incremento na produção brasileira. A safra 2005/2006 foi de 67.829 toneladas de grãos numa área plantada equivalente a 87.362 hectares; na safra seguinte, a área plantada reduziu para 73.233 hectares, porém a produção atingiu 104.923 toneladas. Avanços consideráveis ocorreram na safra 2007/2008, com aumento das áreas de produção para próximo dos 111.000 hectares, com produção de 147.000 toneladas. Nas safras seguintes, porém, houve redução em área e produção: na de 2009/2010, a produção atingiu 80.600 toneladas em uma área de 71.000 hectares; na safra 2010/2011, apesar da redução de 4.600 hectares na área cultivada quando comparada com a da safra 2009/2010 a produção atingiu 83.100 toneladas; na safra

2011/2012, a produção chegou a 106.900 toneladas produzidas em 74.500 hectares plantados (CONAB, 2012).

2.2 Qualidade da semente de girassol

Três componentes vinculados e interativos, constituintes de um tipo de triângulo, determinam o desempenho da semente: genética, ambiente e qualidade. A genética é recebida dos pais, mesmo para variedades autopolinizadas e vegetativamente propagadas. O ambiente tem três aspectos pertinentes: o edáfico — relativo ao solo ou a outro meio para produção; o biótico — relativo a bioformas úteis e danosas, a exemplo de insetos, microrganismos e ervas daninhas; e o climático — relativo a fatores que suportam e/ou controlam o crescimento e desenvolvimento de uma variedade, por exemplo: a seca, a chuva, a temperatura e a luz solar. Dos atributos que compõem a qualidade das sementes, o fisiológico se refere a sua capacidade de realizar sua função de propagação, que pode ir de uma capacidade zero a uma capacidade total e perfeita, comumente descrita ou caracterizada segundo o percentual de germinação e, mais recentemente, o vigor (DELOUCHE, 2005).

O cultivo do girassol é realizado com sementes, que devem apresentar padrão mínimo de 75% de germinação por ocasião da comercialização (BRASIL, 2005). No entanto, o valor da porcentagem de germinação não garante o estabelecimento uniforme da cultura no campo, que depende do uso de sementes com capacidade de germinação uniforme e rápida, pois os problemas na emergência das plântulas podem prejudicar o desempenho das plantas produzidas (MARCOS FILHO, 2005). A produção de sementes de girassol difere da produção de grãos porque pressupõe considerar alguns fatores na escolha da área, tais como características físicas, fertilidade, topografia e acessibilidade. A produção de sementes de híbridos requer cruzamento específico para cada categoria híbrida, o que exige controle rígido do plantio e da comercialização com credenciamento para realizar tal procedimento. As fases de colheita e beneficiamento preponderam no processo: deve-se obedecer com rigor o período da germinação máxima até o vigor pleno de maturação fisiológica. Deve-se, portanto, colher as sementes quando a umidade possibilitar a colheita, havendo ou não necessidade de secagem natural ou artificial (NEVES, 2007).

Durante a maturação das sementes, ocorrem transformações no tamanho, no conteúdo de matéria seca, no poder germinativo e no vigor, dentre outros atributos. A

maturação compreende um processo em que modificações morfológicas e funcionais ocorrem no óvulo fertilizado, atingindo seu clímax quando a semente apresenta poder germinativo e vigor máximo, isto é, quanto atinge a “maturidade fisiológica” (BITTENCOURT et al., 1991). Para Marcos Filho (2005), a redução da porcentagem de emergência das plântulas é uma das consequências da interação do potencial fisiológico das sementes com as condições do ambiente no campo.

2.2.1 População de plantas e qualidade das sementes

O aumento e o arranjo da população de plantas, segundo Amaral Filho et al. (2002), podem contribuir para a exploração correta do ambiente e do genótipo, ou seja, para aumentar o rendimento de grãos. O arranjo pode ser manipulado basicamente por meio de alterações na densidade de plantas e no espaçamento entre fileiras (CRUZ et al., 2007). Na implantação da lavoura, a densidade de semeadura deve ser considerada para atingir população inicial de plantas satisfatória e obter desempenho uniforme das plantas no campo (HÖFS et al., 2004). O aumento na população é uma forma de maximizar a interceptação da radiação solar; mas também pode reduzir a atividade fotossintética da cultura e a eficiência de conversão dos fotoassimilados para produção de grãos.

Em estudo que visou maximizar a produção de grãos de milho, Sangoi (2000) constatou que, quando o número de indivíduos por área supera a densidade ótima, há consequências negativas para a formação da espiga — por exemplo, a falta de sincronia entre pendão e espiga e, logo, redução do número de grãos por espiga — que podem levar à esterilidade. Ao analisarem o crescimento de feijão cultivar pérola em quatro densidades de semeadura, Jauer et al. (2003) constataram que a elevação da densidade de 200 mil plantas por hectare para 500 mil não influenciou na produção de massa seca por planta. Porém, Alvarez et al. (2006), lidando com sementes de milho, verificaram que o aumento da densidade de 55 mil sementes por hectare para 75 mil favoreceu o aumento na produção de massa seca por área. Ao analisar o crescimento e a produtividade do girassol em safrinha com densidades entre 26.667 e 80.000 sementes por hectare, Monteiro (2001) constatou que a massa seca por planta diminuiu com o aumento de plantas, porém sem influência no índice de área foliar.

Neves (2007) afirma que a população adequada de plantas de girassol seria de 30 mil a 60 mil por hectare, conforme sejam a cultivar e as condições de solo; sugere-se

espaçamento entre linhas de 0,50 e 0,90 metro, de acordo com a colhedora, para ter três plantas por metro linear. Para cultivares mais comuns têm-se observado recomendação de 40 mil a 45 mil plantas por hectare. Braz e Rosseto (2009) observaram que, independentemente do nível de vigor dos aquênios de girassol, plantas conduzidas sob densidade de semeadura de 45 mil sementes por hectare apresentaram valores maiores de fitomassa seca total por área e índices maiores de área foliar após 40 dias e 60 dias da semeadura. Brunet (2010) observou que os diâmetros dos capítulos resultantes da semeadura uniforme decresceram linearmente com o aumento da população de 35 mil para 50 mil plantas por hectare, evidenciando a competição intraespecífica entre plantas de girassol. Também Tan e Karacaoglu (1991) verificaram correlação negativa para altas populações de plantas em relação ao florescimento, ao tamanho menor de sementes e dos capítulos e ao peso de mil sementes.

Ao avaliarem os efeitos do espaçamento entre linhas em híbridos de girassol, Silva et al. (2009) constataram decréscimos do número de aquênios por capítulo à medida que se aumentou o espaçamento entre linhas. Nesse caso, o espaçamento de 40 centímetros apresentou valor superior ao dos demais espaçamentos. Quando se comparam os resultados obtidos do número de aquênios por capítulo e os valores de produtividade, podem-se perceber uma relação direta entre essas duas variáveis, comprovando-se de novo a importância do número de aquênios por capítulo para obter produtividades maiores de aquênios. À medida que se aumentou o espaçamento entre linhas, obtiveram-se decréscimos lineares significativos na produtividade. Nessa situação, o espaçamento de 40 centímetros apresentou produtividade superior ao dos demais, confirmando-se os dados obtidos por Andrade et al. (2002).

O maior valor de produção obtido com híbridos de girassol quando cultivados em espaçamentos reduzidos pode ser atribuído à adequada distribuição de plantas na área de cultivo, dentre de outros fatores, o que permite aproveitar melhor os recursos naturais (ZAREA et al., 2005). Isso pode ter proporcionado disponibilização maior de fotoassimilados para formar os aquênios nos capítulos, contribuindo para o aumento na produtividade, como destacado por Solasi e Mundstock (1992). Resultados obtidos por Silva et al. (1995) não constataram diferenças significativas entre os espaçamentos entre linhas de 30 centímetros, 50 centímetros e 70 centímetros. Além do incremento na produtividade de aquênios, o uso de espaçamentos reduzidos auxilia no controle de ervas daninhas na área de cultivo (SILVA; NEPOMUCENO, 1991; SILVA et al., 1995; SILVEIRA et al., 2005).

2.2.2 Posição no capítulo e qualidade das sementes

O ponto de maturidade fisiológica da semente ocorre quando esta apresenta o máximo de germinação, vigor e peso de matéria seca. Como nessa fase a semente ainda apresenta teores altos de água, a colheita fica impedida, pois há risco de danos diretos e indiretos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). No caso de sementes de girassol, a maturação é complexa: numa mesma época pode haver diferenças no grau de maturação entre capítulos de plantas distintas; assim, um desafio à produção de aquênios para obter sementes é o florescimento estratificado do capítulo, que leva de sete dias a dez dias para se completar, em círculos concêntricos da periferia para o centro (MATHES; UNGARO, 1983). Essa antese desigual no capítulo permite que, em uma mesma planta, os aquênios se encontrem em estádios diferentes de desenvolvimento, o que dificulta colher no ponto ideal de maturidade fisiológica das sementes; daí o comprometimento da qualidade destas (ANDERSON, 1975). Quando as sementes atingem a maturidade fisiológica, ocorre o armazenamento, pois, embora ao ar livre permaneçam ligadas fisicamente à planta-mãe, estão praticamente desligadas desta (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Em estudo que buscou avaliar a qualidade de sementes de girassol em função da adubação com fósforo e da localização de aquênios na inflorescência, Silva et al. (2011) observaram que as sementes mais pesadas foram as periferia, enquanto as mais leves foram as do centro da inflorescência. A porcentagem maior de sementes chochas e de restos florais, que tendem a prejudicar a qualidade física delas, caracterizou o centro das inflorescências. Esses resultados corroboram os de Baydar e Erbas (2005), que identificaram pesos maiores de aquênios na periferia do capítulo de girassol. Resultados semelhantes obtiveram Munshi et al. (2003) ao avaliarem a influência da localização dos aquênios no capítulo na composição química das sementes. Seus resultados evidenciaram aquênios mal formados no centro da inflorescência, provavelmente em razão de conexões vasculares inadequadas (que restringem o abastecimento de água e assimilado) relacionadas diretamente com diferenças ocorridas na maturação e com a distribuição de fotoassimilados para as sementes, pois estas na inflorescência se organizam em uma espiral em que amadurecem progressivamente da periferia para o centro, cuja abertura completa das flores ocorre dentro de 10 dias a 15 dias.

Silva et al. (2011), porém, não obtiveram diferenças na germinação e no vigor de aquênios desenvolvidos ao longo da inflorescência ao colherem após a maturidade fisiológica das sementes, quando as inflorescências já se encontravam totalmente secas. Também Maeda et al. (1987) afirmam que, quando a colheita ocorre na maturidade fisiológica, os resultados para germinação e teor de óleo independem da localização da semente na inflorescência.

2.2.3 Peso e qualidade das sementes

A caracterização de aquênios de girassol pode ajudar o agricultor a determinar suas condições de trabalho, seja para o uso de máquinas agrícolas, seja para a compra de sementes. Estudos sobre efeitos do tamanho das sementes sobre o comportamento das plantas em condições de campo têm sido conduzidos para diferentes espécies cultivadas. O interesse pelo assunto tem origem nas dúvidas levantadas por agricultores que, em grande parte, justificam a aquisição de sementes de peneiras graúdas na suposição de que poderão dar origem a plantas mais produtivas (MARCOS FILHO et al., 1986). Isso porque, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), as sementes de tamanho maior apresentam quantidades maiores de reservas, bem como embriões bem-formados, o que contribui para a capacidade de germinação.

Todavia, há produtores que optam por sementes de tamanho menor por causa da economia com tratamento, transporte e aquisição (ÁVILA et al., 2008). Com efeito, Barbosa et al. (2010), ao avaliarem o tamanho da semente de soja da cultivar BRS Tracajá, obtiveram ganhos em porcentagens de germinação e vigor durante o armazenamento nas sementes de tamanhos maiores — entre 6 mm e 6,5 mm. Esses dados corroboram aqueles obtidos por Três et al. (2010), que observaram plântulas de soja menos vigorosas em tratamentos com sementes menores. Von Pinho et al. (1995), avaliando a germinação de sementes de milho classificadas em cinco peneiras ao longo de 12 meses de armazenamento, verificaram que a partir do quarto mês de armazenamento sementes de tamanho menor apresentaram valores de germinação mais baixos quando comparadas com sementes maiores, porém não observaram diferença significativa nos dados de altura de planta, altura de espiga, rendimento de grãos e produção por planta, entre os diferentes tamanhos avaliados. Lima e Carmona (1999) relatam que o uso de sementes menores no desempenho produtivo da soja resultou em

redução de emergência e plantas de menor altura, porém sem afetar o rendimento de grãos.

Mesmo que resultados obtidos por maiores vários autores indiquem melhoria dos parâmetros de qualidade no que se refere a sementes de tamanho e peso maiores, há pesquisadores que, trabalhando com parâmetros idênticos, não obtiveram os mesmos resultados (SILVA FILHO, 1994).

Por exemplo, Costa et al. (2004) não observaram potencial fisiológico maior quando compararam sementes de soja maiores com sementes menores; Piccinin et al. (2012) afirmaram que sementes de soja classificadas nas peneiras de 5,5 mm e 6,5 mm apresentaram similaridade relativa ao potencial fisiológico ao avaliarem a relação entre tamanho e qualidade fisiológica e sanitária; Vazquez et al. (2012) verificaram que alterações no tamanho em sementes de milho interferem só no desenvolvimento inicial das plantas ao avaliarem a influência do tamanho e da forma sobre o desenvolvimento da planta e da produtividade de grãos; segundo eles, após 40 dias da emergência, a altura das plantas e da inserção da primeira espiga, o diâmetro do colmo, o número de grãos por espiga, o peso e o tamanho do grão colhido e a produtividade não sofreram interferência do tamanho e da forma da semente empregada em semeadura normal de verão.

Quanto ao tamanho das sementes de girassol a ser usadas no plantio, havia poucos resultados de pesquisa nas décadas anteriores, pois poucos pesquisadores se preocuparam com esse fator de produtividade (ADAMO; SADER, 1982). Por exemplo, Roger et al. (1981) enfocaram a germinação e o vigor das sementes; Sivasubramanian e Ramakrishnan (1977) pesquisaram as relações entre o tamanho da semente e o vigor das plântulas de girassol e concluíram que sementes maiores produzem plântulas mais vigorosas; entretanto, Adamo et al. (2006), avaliando a influência do tamanho das sementes de girassol usadas no plantio sobre a produção e a qualidade das sementes, não verificaram diferenças significativas entre os tratamentos para nenhum dos parâmetros analisados, o que sugere que o tamanho das sementes de girassol usadas no plantio não afetou a produção nem a qualidade — esta foi avaliada segundo o peso de mil sementes, a germinação, o vigor e o teor de óleo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, foram usados capítulos colhidos nas subparcelas com semeadura uniforme das parcelas onde foram avaliadas quatro densidades de semeadura (35, 40, 45 e 50 mil sementes ha^{-1}) do experimento conduzido por Brunet (2010). A semeadura manual usou um gabarito, com uma semente por cova de 2,5 centímetros de profundidade na segunda quinzena de março de 2009. Avaliou-se o híbrido de girassol Hélio 360, num experimento conduzido na fazenda experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, como se vê na Figura 1. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,80 centímetros. A área útil incluiu duas linhas centrais da parcela, excluindo-se 0,5 metro de cada extremidade.



FIGURA 1 – Vista geral da área cultivada para a condução do experimento na fazenda do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia — Uberlândia, MG, 2013
Fonte: BRUNES, 2010, p. 10.

3.1 Colheita, secagem e beneficiamento das sementes

A colheita manual dos capítulos da área útil da parcela ocorreu em três etapas. Em cada uma, os capítulos cujas sementes estavam visualmente na maturação fisiológica foram cortados com cutelo (FIGURA 2), acondicionados em sacos de polipropileno trançado para ser transportados e, a seguir, postos para secar ao ar livre por sete dias (FIGURA 3). A debulha foi manual e em círculos, o que possibilitou estratificar as sementes em três posições que se encontravam no respectivo capítulo,

sendo denominadas sementes do terço periférico, do terço médio e do terço central (FIGURA 4). A limpeza das sementes ocorreu mediante abanação manual em peneira de arame sob corrente de ar proporcionada por um ventilador (FIGURA 5). As sementes beneficiadas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft identificados e alocados em câmara fria regulada a $12 \pm 2^{\circ}\text{C}$, onde permaneceram até o momento das avaliações.



FIGURA 2 – Detalhe da colheita dos capítulos de girassol — Uberlândia, MG, 2013
Fonte: BRUNES, 2010, p. 15.



FIGURA 3 – Secagem ao ar livre dos capítulos de girassol — Uberlândia, MG, 2013
Fonte: BRUNES, 2010, p. 15.



FIGURA 4 – Detalhes da debulha das sementes, nas posições periférica (P), mediana (M) e Central (C) do capítulo de girassol — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual)

Fonte: nosso acervo



FIGURA 5 – Limpeza das sementes com peneira e ventilador — Uberlândia, MG, 2013

Fonte: BRUNES, 2010, p. 16.

Em um separador pneumático³ com abertura de saída de ar regulada em 9,5 centímetros com acionamento de 3 minutos, as sementes foram classificadas em leves e pesadas, conforme mostra a Figura 6. Sementes que se mantiveram na base da coluna no fim foram consideradas pesadas; em seguida, a fração retida na parte superior da coluna voltou ao separador acionado pelo mesmo tempo, porém com abertura de saída de ar regulada em 7,5 centímetros. Por fim, as sementes que permaneceram na base da coluna foram classificadas como leves, e o material que subiu foi descartado.



FIGURA 6 – Detalhes do assoprador de sementes usado para classificar as sementes segundo o peso — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de texto para visualização de campos)

Fonte: nosso acervo

³ Assoprador de sementes modelo South Dakota.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. A distribuição dos tratamentos seguiu um esquema de parcelas subsubdivididas, conforme descrição a seguir.

- Parcela: densidade de semeadura por hectare: 35.000 sementes, 40.000 sementes, 45.000 sementes, 50.000 sementes.
 - Subparcela: posição das sementes no capítulo: periférica, mediana, central.
 - Subsubparcela: peso das sementes: pesadas, leves.

3.3 Avaliações

3.3.1 Proporção de sementes pesadas, leves e descartadas

As frações de sementes pesadas e leves e o material descartado foram pesados calculando-se a porcentagem que representa cada fração.

3.3.2 Massa de mil sementes

Foram tomadas ao acaso oito repetições de 100 sementes por subsubparcela, submetidas depois à pesagem e ao cálculo segundo as Regras para Análise de Sementes/RAS (BRASIL, 2009). Seguiu-se a determinação do teor de água das sementes mediante medidor de umidade,⁴ também segundo as RAS. De posse desses dados, a massa de mil sementes foi corrigida para teor de água igual a 10%.

3.3.3 Germinação

A determinação da germinação foi feita mediante teste padrão. Para cada subsubparcela, foram usadas 200 sementes, distribuídas em oito rolos com 25 sementes. O substrato foi feito com rolo de papel⁵ com duas folhas previamente umedecidas em água destilada, na proporção, em mililitros, de 2,5 vezes o peso do papel seco em gramas. Os rolos foram colocados em um germinador⁶ regulado à temperatura de 25°C. A leitura ocorreu uma única vez, aos seis dias após a

⁴ Modelo digital G800, comercializado pela empresa Gehaka.

⁵ Substrato para germinação da marca Germiteste, comercializado pela empresa JProLab.

⁶ Modelo Mangelsdorf, comercializado pela empresa Biomatic.

montagem do teste, e foi considerada suficiente para avaliar a porcentagem de plântulas normais e anormais e sementes mortas, conforme prescrições das RAS. A Figura 7 apresenta os detalhes da semeadura (A), dos rolos de papel prontos para ser levados ao germinador (B) e das plântulas no momento da avaliação do teste de germinação (C).



FIGURA 7 – Detalhes do teste de germinação: semeadura (A); rolos de papel (B) e caracterização das plântulas (C) — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de letras e palavras para indicação visual)

Fonte: nosso acervo.

3.3.4 Emergência de plântulas em canteiros com areia

A avaliação desta pesquisa foi feita em canteiros com areia de textura média, lavada e solarizada, na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, *campus* Umuarama. A avaliação considerou 400 sementes por subsubparcela, distribuídas em quatro sulcos de 1 metro de comprimento, com espaçamento de 5 centímetros, marcados sobre o leito de areia nivelada, conforme ilustra a Figura 8A.

A semeadura usou gabarito para distribuir as sementes de forma equidistante (FIGURA 8B). Uma vez semeadas, as sementes foram cobertas com uma camada de areia de dois centímetros (FIGURA 8C). Foram realizados os cálculos de vazão de água do sistema de irrigação e da capacidade de retenção de água da areia dos canteiros. Com base nesses resultados, a irrigação foi feita de forma a manter a umidade em 60% da capacidade de retenção da areia.



FIGURA 8 – Detalhe da marcação dos sulcos nos canteiros (A) onde foi conduzido o teste de emergência em areia, da semeadura (B), da cobertura das sementes (C), e das plântulas no momento da avaliação (D) — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de letras e palavras para indicação visual)

Fonte: nosso acervo

A coleta das medidas e as expressões empregadas na análise da emergência foram realizadas tomando-se como referência Santana e Ranal (2004). Entre o início da emergência das primeiras plântulas e a estabilização do estande houve avaliações diárias, em que se contou o número de plântulas emersas. Como emersas foram

consideradas plântulas cujos cotilédones não tocavam o leito da areia (FIGURA 8D). Com base nos dados das contagens, foram calculadas as variáveis de emergência.

3.3.5.1 *Emergência*

Porcentual entre o número de plântulas emergidas e o número total de sementes semeadas:

$$E(\%) = \frac{E}{N} 100$$

Sendo:

- E (%): porcentagem de emergência de plântulas;
- E: número de plântulas emergidas;
- N: número de sementes semeadas.

3.3.5.2 *Índice de velocidade de emergência (IVE)*

Pelo IVE, mediu-se o número de plântulas emergidas por dia e previu-se o vigor relativo de uma amostra de sementes segundo a expressão proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \frac{E3}{N3} + \frac{E4}{N4} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

Sendo:

IVE: índice de velocidade de emergência;

E1, E2... En: número de plântulas emergidas computadas na primeira, segunda e enésima contagem;

N1, N2... Nn: número de dias de semeadura à primeira, segunda e enésima contagem.

3.3.5.3 *Tempo inicial de emergência (Ti)*

Tempo necessário em dias para a primeira emergência de plântulas.

3.3.5.4 *Tempo final de emergência (Tf)*

Tempo necessário em dias para a última emergência de plântulas.

3.3.5.5 Tempo médio de emergência (T_m)

O T_m é calculado como média ponderada dos tempos de emergência utilizando-se como pesos de ponderação o número de plântulas emersas nos intervalos de tempo estabelecidos para a coleta de dados no experimento segundo esta expressão proposta por Labouriau (1983):

$$T_m = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Sendo:

T_m : tempo médio de emergência

t_i : tempo entre o início do experimento e a i -ésima observação (dia);

n_i : número de plântulas que emergem no tempo t_i ;

k : último tempo de emergência de plântulas

3.3.5.6 Coeficiente de variação do tempo (CV_t)

O CV_t mede o grau de dispersão da emergência ao redor do tempo médio. A fórmula usada seguiu o modelo descrito por Santana e Ranal. (2004):

$$CV_t = \frac{S_t}{\bar{t}} 100$$

Sendo:

S_t : desvio padrão da emergência;

\bar{t} : tempo médio da emergência

3.3.5.7 Frequência relativa de emergência (Fr)

Para o estudo da distribuição da emergência, ao longo do tempo experimental foram construídos gráficos de distribuição de frequências (%). A fórmula utilizada para a obtenção dos resultados seguiu o modelo descrito por Santana e Ranal (2004):

$$Fr = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Sendo:

Fr: frequência relativa de emergência;

ni: número de plântulas emergidas no dia i;

k: último dia de observação.

3.3.5.8 Sincronia (Z)

Como a emergência não é sincronizada, essa análise visa quantificar a variação da emergência ao longo do tempo. O índice é expresso em *bits*, medida binária que conta se a semente emerge ou não emerge, conforme Santana e Ranal (2004):

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^k C_{ni,2}}{C_{n1,2}}, \text{ com: } C_{ni,2} = ni \frac{(ni - 1)}{2}$$

$C_{ni,2}$: combinação duas a duas das plântulas emergidas no tempo “i”;

n_i : número de plântulas emergidas no tempo “i”

3.3.5.9 Incerteza (I)

A proposta por Labouriau e Valadares (1976) visa analisar a incerteza associada com a distribuição da frequência relativa de emergência:

$$I = - \sum_{i=1}^K fi \log_2 Fr, \text{ com}$$
$$Fr = \frac{ni}{\sum_{i=1}^k ni}$$

Sendo:

Fr: frequência relativa de emergência;

Log₂: logaritmo de base 2

K: último dia de observação

3.4 Procedimentos estatísticos

Todas as características avaliadas foram submetidas aos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e de aditividade aos efeitos

(blocos e tratamentos) pelo programa estatístico SPSS 16.0, versão livre 30 dias. Quando todas as pressuposições foram atendidas, as análises foram realizadas com os dados originais. No entanto, quando ao menos uma das pressuposições não foi atendida, os dados foram transformados. Apenas nos casos em que a transformação corrigiu ou melhorou a eficiência das pressuposições as análises foram realizadas com os dados transformados. Os dados, originais ou transformados, foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2003). Nos casos em que a interação foi significativa e nos que foi não significativa, as médias da interação ou dos efeitos principais, respectivamente, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Classificação das sementes pelo peso

O resumo das análises de variância dos dados das frações de sementes classificadas como pesadas e leves, após o beneficiamento das sementes colhidas em três posições do capítulo e oriundas de diferentes densidades de semeadura de girassol, estão na Tabela 1. Nota-se que, independentemente da fração da semente, a densidade de semeadura não teve efeito significativo. Mas a posição das sementes no capítulo exerceu influência significativa em todas as frações.

TABELA 1 – Resumo das análises de variância dos dados das frações de sementes classificadas como pesadas e leves após o beneficiamento das sementes colhidas em três posições dos capítulos oriundos de diferentes densidades de semeadura de girassol — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS	
		Frações de sementes	
		<i>Pesadas</i>	<i>Leves</i>
Blocos	4	4342,6000	3615,2333
Densidade de semeadura (DS)	3	563,5277	453,9722
Erro (a)	12	416,3888	362,3888
Posição (PS)	2	580,2166 **	468,0166 **
DS*PS	6	37,2611	42,3055
Erro (b)	32	45,2916	35,9625
Coeficiente de variação (a) (%)		28,22	75,00
Coeficiente de variação (b) (%)		9,31	23,63

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

A fração de sementes pesadas nas posições periférica e central não diferiu significativamente e apresentou proporção maior em relação à fração mediana do capítulo; conseqüentemente, a maior fração de sementes leves foi obtida na posição mediana, como se vê na Tabela 2.

TABELA 2 – Frações de sementes pesadas e leves obtidas após o beneficiamento das sementes colhidas em diferentes posições dos capítulos de plantas de girassol — Uberlândia, MG, 2013

Posição da semente no capítulo	FRAÇÕES DE SEMENTES (%) ¹	
	Pesadas	Leves
Periférica	76 a	23 b
Mediana	66 b	31 a
Central	75 a	22 b

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância

4.2 Massa de mil sementes

A Tabela 3 apresenta o resumo das análises de variância dos dados da massa de mil sementes oriundas de densidades diferentes de semeadura de girassol colhidas em três posições do capítulo e classificadas em dois pesos. Observa-se que a massa de mil sementes foi influenciada pela posição no capítulo e pela interação entre densidade de semeadura e que o peso das sementes foi significativo.

TABELA 3 – Resumo das análises de variância dos dados da massa de mil sementes oriundas de diferentes densidades de semeadura de girassol colhidas em três posições do capítulo e classificadas em dois pesos — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS	
		Massa de mil sementes	
Blocos	4	87,0115	
Densidade de semeadura (DS)	3	245,1248	*
Erro (a)	12	46,4285	
Posição (PS)	2	2587,6446	**
DS*PS	6	8,3088	
Erro (b)	32	13,7457	
Peso (P)	1	4778,6892	**
DS*P	3	34,1140	*
PS*P	2	7,6293	
DS*PS*P	6	2,9978	
Erro (c)	48	11,3987	
Coeficiente de variação (a) (%)		14,95	
Coeficiente de variação (b) (%)		8,13	
Coeficiente de variação (c) (%)		7,41	

**, *: significativo a 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A massa das sementes decresceu significativamente da região periférica dos capítulos para a região central, como se lê na Tabela 4. Resultados semelhantes para massa de mil sementes foram observados por Baydar e Erbas (2005), Silva et al. (2011) e Alves et al. (2012), os quais evidenciaram que sementes localizadas na periferia da inflorescência apresentaram massa maior, seguidas das do meio e das do centro com sementes mais leves. Essa variação pode ser atribuída a fatores como diferenças ocorridas no processo de maturação de sementes no capítulo. A maturação das sementes de um capítulo de girassol, conforme evidenciado por Munshi et al. (2003), organiza-se em espiral e ocorre da periferia para o centro. Portanto, sementes localizadas na periferia se apresentam maiores e mais pesadas, pois são as primeiras a ser formadas e, logo, as primeiras a iniciar o processo de absorção de fotoassimilados, possibilitando maior suprimento de fotoassimilados e água (ALKIO et al., 2003).

TABELA 4 – Massa de mil sementes colhidas em três posições dos capítulos de girassol — Uberlândia, MG, 2013

POSIÇÃO DAS SEMENTES NO CAPÍTULO	MASSA DE MIL SEMENTES ¹
Periférica	53,1205 a
Mediana	46,5065 b
Central	37,1145 c

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância

Ao se avaliar a massa de mil sementes classificadas como pesadas, constatou-se que houve redução significativa quando oriundas da densidade de semeadura de 50 mil sementes ha⁻¹. Entretanto, resultados não significativos foram observados ao se avaliarem sementes classificadas como leves (TABELA 5).

TABELA 5 – Massa de mil sementes de girassol em função da fração de peso das sementes em que foram classificadas e da densidade de semeadura — Uberlândia, MG, 2013

Densidade de semeadura (1000 sementes ha ⁻¹)	FRAÇÃO DE SEMENTES ¹	
	Pesadas	Leves
35	55,106 aA	40,348 a B
40	54,064 aA	41,654 a B
45	51,711 abA	38,160 a B
50	46,681 bA	36,918 a B

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

Ainda na Tabela 5 observa-se que houve redução significativa na massa de mil sementes quando se comparam as frações de sementes pesadas e leves dentro de cada densidade de semeadura, evidenciando que a metodologia de classificação de sementes foi eficiente ao se separá-las pelo peso, pois ambas estavam sob ação da mesma força de gravidade. Portanto, pode-se afirmar que são válidos os resultados de massa de mil sementes obtidos por esse método para qualquer densidade de semeadura de girassol.

Diferenças no peso das sementes colhidas em densidades distintas de semeadura podem se refletir na produtividade final de dada área de produção; noutros termos, a população final de plantas por hectare pode se refletir na quantidade de sementes produzida. Assim, cabe considerar que a redução na densidade de semeadura melhora a distribuição de sementes nas linhas, assim como melhora a distribuição de plantas por área, porque reduz a competição intraespecífica. No caso do girassol, melhorar a distribuição de plantas por hectare significa aumentar o diâmetro dos capítulos. Brunet (2010) evidenciou a redução linear do diâmetro dos capítulos quando se elevam as densidades de semeadura de girassol por hectare.

Silveira et al. (2003) e Cesar et. al. (2011) relataram resultados de produtividade em função da densidade de plantas de girassol, demonstrando o efeito negativo das densidades maiores sobre a produtividade do girassol. Brunes (2010) relata que, ao avaliar a produtividade de sementes em densidades distintas, não houve diferenças estatísticas quando se aumenta a população de 35 mil para 50 mil plantas por hectare.

4.3 Teste de germinação

As interações duplas foram significativas para plântulas normais e anormais; assim como foi significativa a interação tripla para plântulas anormais. A porcentagem de sementes mortas foi influenciada pelo peso das sementes, como se vê na Tabela 6.

TABELA 6 – Resumo das análises de variância dos dados de porcentagem de plântulas normais e anormais e de sementes mortas obtidas de diferentes densidades de semeadura de girassol colhidas em três posições do capítulo e classificadas em dois pesos — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		Plântulas		Sementes mortas
		<i>Normais</i>	<i>Anormais</i>	
Blocos	4	199,0234	169,9791	0,7374
Densidade de semeadura	3	41,1519	37,9416	0,1417
Erro (a)	12	102,6378	92,9069	0,1847
Posição (PS)	2	75,9696	97,8250	0,1676
DS*PS	6	127,7251	137,1250	0,1289
Erro (b)	32	47,2467	48,1125	0,1239
Peso (P)	1	3,5592	0,0083	0,6826
DS*P	3	123,6162	134,4750	0,0436
PS*P	2	99,4286	92,8083	0,0026
DS*PS*P	6	42,7891	46,1083	0,1960
Erro (c)	48	20,9397	19,1833	0,1485
Coefficiente de variação (a) (%)		15,77	27,44	43,68
Coefficiente de variação (b) (%)		10,70	19,75	35,78
Coefficiente de variação (c) (%)		7,12	12,47	39,16

**,: *: significativo a 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Não houve alteração nos resultados de porcentagem de germinação de sementes ao se avaliar a posição no capítulo para densidades de 35 mil e 40 mil sementes ha⁻¹. Para densidade de 45 mil sementes por ha⁻¹, sementes localizadas no terço central do capítulo apresentaram porcentagens significativamente maiores de plântulas normais quando se comparam com aquelas localizadas no terço periférico do capítulo. Houve diferenças significativas, também, ao se avaliarem sementes oriundas da densidade de 50 mil sementes ha⁻¹ cujos resultados demonstram que sementes de girassol localizadas no terço mediano do capítulo obtiveram os valores menores para porcentagem de

plântulas normais quando comparadas com as demais posições das sementes no capítulo de girassol. Entretanto, não houve diferença significativa entre as sementes obtidas nas diferentes densidades de semeadura quando comparadas dentro de cada posição do capítulo de girassol, como mostra a Tabela 7. Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Silva (2011), que não detectou redução na germinação de sementes ao avaliar a densidade de plantas de girassol.

TABELA 7 – Média dos dados de germinação de sementes de girassol colhidas em três posições do capítulo oriundas de quatro populações de plantas de girassol em que foram produzidos — Uberlândia, MG, 2013

Densidade de semeadura (1000 sementes ha ⁻¹)	GERMINAÇÃO (%)		
	Posição das sementes no capítulo ¹		
	<i>Central</i>	<i>Mediana</i>	<i>Periférica</i>
35	66 aA	66 aA	64 a A
40	62 aA	64 aA	63 a A
45	67 aA	65 a AB	59 a B
50	68 aA	59 a B	68 a A

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância

Ao se avaliarem os dados de germinação das sementes classificadas como leves e pesadas oriundas das diferentes densidades de semeadura de girassol, notou-se que a germinação não foi alterada pelo peso nas densidades de 45 mil e 50 mil sementes ha⁻¹, com resultados significativos para as densidades de 35 mil e de 40 mil sementes ha⁻¹. Verifica-se que não houve diferenças entre densidades de semeadura ao se avaliar a germinação de sementes de girassol dentro de cada peso, como mostra a Tabela 8.

TABELA 8 – Média dos dados de germinação das sementes classificadas como leves e pesadas oriundas de quatro densidades de semeadura de girassol — Uberlândia, MG, 2013

Densidade de semeadura (1000 sementes ha ⁻¹)	GERMINAÇÃO (%)	
	Peso das sementes ¹	
	<i>Pesadas</i>	<i>Leves</i>
35	68 a A	63 a B
40	60 a B	65 a A
45	64 a A	63 a A
50	64 a A	66 a A

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A Tabela 9 apresenta médias dos dados de germinação das sementes classificadas como leves e pesadas colhidas em três posições do capítulo de girassol. Observa-se que em geral não houve alteração de germinação de sementes colhidas nas diferentes posições do capítulo dentro de cada classificação em peso das sementes (leves e pesadas). Entretanto nota-se que sementes classificadas como leves oriundas do terço central do capítulo foram aquelas que obtiveram os melhores resultados para porcentagem de plântulas normais, diferindo estatisticamente das demais posições.

TABELA 9 – Médias dos dados de germinação das sementes classificadas como leves e pesadas, colhidas em três posições do capítulo de girassol — Uberlândia, MG, 2013

Posição de aquênios no capítulo	GERMINAÇÃO (%)	
	Peso das sementes ¹	
	<i>Pesado</i>	<i>Leve</i>
Periférica	64 a A	63 b A
Mediana	65 a A	63 b A
Central	64 a B	68 a A

¹ Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

Pesquisas com outras culturas de grãos chegaram a resultados similares. Piccinin et al. (2011), avaliando a relação entre o tamanho e a qualidade de sementes de soja, não obtiveram resultados significativos para porcentagem de plântulas normais; Jauer et al. (2003), avaliando o tamanho das sementes na qualidade fisiológica de cultivares de feijoeiro comum, também verificaram que o tamanho das sementes não afetou a germinação nem o vigor das cultivares semeadas; Lima e Carmona (1999), ao avaliarem a influência do tamanho da semente no desempenho produtivo de soja, verificaram que não houve relação entre diferentes tamanhos de sementes com o estabelecimento da população de plantas no campo ao fim de 30 dias com a altura das plantas, número de vagens por planta e produtividade final por hectare. Trabalhos com espécies florestais (AGUIAR et. al., 1979; ANDRADE et al., 1996; LOUREIRO et al., 2004), também, obtiveram resultados não significativos ao avaliarem o efeito do tamanho e do peso das sementes na germinação e vigor.

A porcentagem mínima de germinação de um lote de sementes de girassol conforme padrões para produção e comercialização é de 70% e 75% (BRASIL, 2005). Um parâmetro usado para analisar sementes de girassol é o teste de germinação que usa como substrato rolos de folhas de papel germiteste umedecidas com água na proporção

em mililitros, de 2,5 vezes o peso do papel seco em gramas, conforme prescrições das RAS (BRASIL 2009). A adoção desse procedimento padrão permite obter resultados comparáveis entre laboratórios de empresas fornecedoras e compradoras de sementes. Pode-se dizer que ocorrências menores de plântulas anormais e porcentagem maior de plântulas normais (germinação) são critérios que se relacionam com um bom grau de diferença entre o potencial germinativo das sementes (SANTOS et al., 1998). Nota-se que resultados obtidos para porcentagem de plântulas normais estão abaixo do referido padrão (BRASIL, 2005).

Resultados semelhantes foram relatados por Thomazini e Martins (2011) — avaliando a qualidade de girassol cultivar MG2 em condições de casa de vegetação e laboratório; Talamini et al. (2011) — avaliando a qualidade de sementes de girassol para cultivo em Sergipe; e Silva et al. (2011) — avaliando a qualidade de sementes de girassol localizadas em diferentes posições do capítulo (seus resultados também foram abaixo do padrão estabelecido para porcentagem de plântulas normais, utilizando-se o teste de germinação conduzido em rolo de papel germiteste em câmara de germinação).

Dentre fatores que podem alterar resultados do teste de germinação em rolo de papel e, assim, reduzir a porcentagem de plântulas normais, está a restrição de oxigênio às sementes, que pode provocar atraso ou paralisação no desenvolvimento de plântulas ou, ainda, elevar a porcentagem de plântulas anormais. O oxigênio é tido como o combustível para degradar substâncias de reserva das sementes visando ao fornecimento de nutrientes e energia ao desenvolvimento do eixo embrionário. Essa condição de hipoxia das sementes pode ser determinada pelo excesso de água usada no teste de germinação em rolo de papel. Na fase inicial da germinação, em função da dificuldade de absorção de oxigênio em situações de hipoxia imposta para sementes nos testes de germinação, a energia necessária ao processo é obtida pela respiração anaeróbica. O acúmulo de álcool na semente em função da anaerobiose pode levar à interrupção do processo germinativo. O oxigênio é, portanto, fator fundamental para haver germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Em geral, nota-se que não houve diferenças na porcentagem de plântulas anormais ao se avaliar a densidade de semeadura dentro da classificação leve de sementes em todas as posições no capítulo, exceto quando se localizaram na periferia. Para sementes pesadas, não houve diferenças nos resultados de plântulas anormais ao se avaliarem aquelas localizadas na periferia do capítulo, como mostra a Tabela 10.

TABELA 10 – Média dos dados de porcentagem de plântulas anormais obtidas no teste de germinação com sementes obtidas em diferentes densidades de semeadura, classificadas pelo peso e colhidas em três posições do capítulo de girassol — Uberlândia, MG, 2013

Densidade de semeadura (1000 sementes ha ⁻¹)	Classificação pelo peso	PLÂNTULAS ANORMAIS (%)		
		Posição da semente no capítulo ¹		
		Central	Mediana	Periférica
35	Leves	34 a	38 a	38 ab
40		30 a	36 a	36 ab
45		31 a	35 a	42 a
50		32 a	39 a	31 b
35	Pesadas	33 a	29 a	32 a
40		44 b	34 ab	38 a
45		33 a	33 ab	40 a
50		30 a	42 b	33 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância

A Tabela 11 apresenta médias dos dados de porcentagem de plântulas anormais obtidas no teste de germinação de sementes oriundas de quatro densidades de semeadura de girassol colhidas em três posições do capítulo e classificadas em leves e pesadas. Nota-se que, para a densidade de 35 mil sementes ha⁻¹, não houve alteração da porcentagem de plântulas anormais ao se avaliarem sementes leves e pesadas colhidas em posições distintas do capítulo. Houve alterações significativas nas posições periférica e mediana, cujos resultados evidenciam redução de plântulas anormais quando as sementes foram classificadas como pesadas.

Na densidade de 40 mil sementes ha⁻¹, não houve alterações para sementes classificadas como leves; entretanto, para sementes pesadas, houve redução significativa de plântulas anormais quando foram colhidas na posição mediana do capítulo. Não houve diferenças entre a posição de colheita e classificação em peso dos aquênios oriundos da densidade de 45 mil sementes ha⁻¹. Para a densidade de 50 mil sementes ha⁻¹, nota-se que a posição mediana de colheita contribuiu para aumentar a porcentagem de plântulas anormais, tanto para leves quanto para pesadas.

Nakagawa e Cavariani (2005), avaliando o efeito do tamanho da semente na germinação de mucuna-preta, verificaram que sementes de largura maior se apresentaram com massa de mil sementes maior e, conseqüentemente, peso maior. Mas sementes de largura maior resultaram em porcentagem menor de germinação e proporções maiores de sementes mortas, mostrando estarem mais deterioradas. Segundo

os autores, pode-se inferir que sementes de maior largura permaneceram mais tempo no campo, expostas à deterioração, uma vez que a colheita das vagens de mucuna foi realizada de uma única vez.

TABELA 11 – Média dos dados de porcentagem de plântulas anormais obtidas no teste de germinação, de sementes oriundas de quatro densidades de semeadura de girassol colhidas em três posições do capítulo e classificadas em leves e pesadas — Uberlândia, MG, 2013

Densidade de semeadura (1000 sementes ha ⁻¹)	Peso das sementes	PLÂNTULAS ANORMAIS (%)		
		Posição dasemente no capítulo ¹		
		Central	Mediana	Periférica
35	Leves	34 a A	38 b A	38 b A
	Pesadas	33 a A	29 a A	32 a A
40	Leves	30 a A	36 a A	36 a A
	Pesadas	44 b B	34 a A	38 a AB
45	Leves	31 a A	35 a AB	42 a A
	Pesadas	33 a A	33 a A	40 a A
50	Leves	32 a A	39 a B	31 a A
	Pesadas	30 a A	42 a B	33 a A

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância

A média de porcentagem de sementes mortas classificadas como leves e pesadas estão na Tabela 12. Nota-se que sementes pesadas apresentaram uma porcentagem maior de sementes mortas quando comparadas com sementes leves.

TABELA 12 – Média de porcentagem de sementes mortas classificadas como leves e pesadas — Uberlândia, MG, 2013

PESO DOS AQUÊNIOS	SEMENTES MORTAS (%) ¹
Leves	0a
Pesadas	1b

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância

4.4 Análise da emergência de plântulas em canteiros com areia

A Tabela 13 apresenta o resumo das análises de variância dos dados de emergência, o índice de velocidade de emergência, os tempos inicial, final e médio de emergência de plântulas, o coeficiente de variação no tempo e o índice de sincronia e incerteza obtidas com sementes oriundas de densidades distintas de semeadura de girassol colhidas em três posições do capítulo e classificadas em dois

pesos. Não houve efeito significativo da densidade de semeadura em nenhuma das variáveis analisadas. A posição das sementes no capítulo influenciou todas as variáveis da análise da emergência de plântulas, exceto o tempo inicial. Houve influência significativa do peso da semente para emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio e coeficiente de variação do tempo ao se avaliar o peso das sementes.

A interação entre o tratamento avaliado na parcela (densidade de semeadura) e na subparcela (posição das sementes no capítulo) foi significativa só ao se avaliar a incerteza da emergência. A interação entre a posição no capítulo com o peso das sementes não foi significativa para emergência, tempo inicial, sincronia e incerteza, apresentando significância para os demais fatores. A interação entre densidade de semeadura, posição das sementes no capítulo e peso das sementes não foi significativa para nenhuma variável.

4.4.1 Emergência de plântulas

A média dos dados de emergência de plântulas oriundas de sementes colhidas em três posições no capítulo de girassol se encontra na Tabela 14. Nota-se que as sementes da posição mediana do capítulo apresentaram maior porcentagem de emergência quando comparadas com sementes localizadas na posição periférica, mas sem diferir da posição central. Resultados significativos, também, foram observados ao se avaliar a média dos dados de emergência de plântulas de girassol oriundas de sementes classificadas em leves e pesadas, como se lê na Tabela 15.

Tanto para posição das sementes no capítulo (TABELA 14) quanto para a classificação em peso das sementes (TABELA 15), os resultados indicam precisão do experimento, estimada pelos baixos valores dos coeficientes de variação (CV) para porcentagem de emergência (TABELA 13). Filho e Stork (2007), avaliando a precisão experimental em ensaios de cultivares de milho, consideram que quanto menor for a estimativa do CV, maior será a precisão do experimento e vice-versa; quanto maior for a precisão experimental, menores diferenças entre estimativas de médias serão mais significativas.

TABELA 13 – Resumo das análises de variância dos dados de emergência. índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, tempo final, tempo médio, coeficiente de variação no tempo (CVt), índice de sincronia e incerteza obtidas com sementes oriundas de diferentes densidade de semeadura de girassol, colhidas em três posições do capítulo e classificadas em dois pesos. Uberlândia, MG, 2013

Fonte de variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS							
		Emergência	IVE	Tempo inicial	Tempo final	Tempo médio	CVt	Sincronia	Incerteza
Blocos	4	180,9250	23,1205	0,0520	0,5760	0,2872	11,0465	0,0002	0,0336
Densidade de semeadura (DS)	3	5,0333	1,9677	0,0298	0,5388	0,0960	9,3158	0,0011	0,0924
Erro (a)	12	28,8527	7,8931	0,0298	0,4121	0,2203	2,6991	0,0013	0,0956
Posição (PS)	2	42,3250 **	16,6167 **	0,0083	0,9895 **	0,7427 **	6,1544 *	0,0019 **	0,2626 **
DS*PS	6	9,4583	1,3078	0,0027	0,4618	0,0312	4,1290	0,0007	0,0703 *
Erro (b)	32	7,4770	1,0207	0,0041	0,2500	0,0245	1,7545	0,0003	0,0281
Peso (P)	1	34,1333 *	4,1515 *	0,0020	0,4083	1,0193 **	10,1559 *	0,0000	0,0053
DS*P	3	10,0222	0,7620	0,0131	0,0250	0,0219	3,2474	0,0003	0,0450
PS*P	2	25,6083	4,3159 **	0,0083	0,6270 **	0,0632 *	9,0066 **	0,0003	0,0428
DS*PS*P	6	3,7638	0,6399	0,0027	0,0770	0,0178	1,1179	0,0002	0,0196
Erro (c)	48	8,2500	0,9662	0,0062	0,1572	0,0195	1,5376	0,0002	0,0172
Coeficiente de variação (a) (%)		5,65	10,65	2,87	6,28	6,43	13,45	4,43	12,00
Coeficiente de variação (b) (%)		2,88	3,83	1,07	4,89	2,15	10,85	2,30	6,51
Coeficiente de variação (c) (%)		3,02	3,72	1,31	3,88	1,92	10,16	1,73	5,10

**; *: significativo a 1% e 5 % de probabilidade respectivamente pelo teste F

TABELA 14 – Média dos dados de emergência de plântulas oriundas de sementes colhidas em três posições no capítulo de girassol — Uberlândia, MG, 2013

POSIÇÃO DAS SEMENTES NO CAPÍTULO	EMERGÊNCIA (%) ¹
Periférica	94 b
Mediana	96 a
Central	95 ab

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância

TABELA 15 – Média dos dados de emergência de plântulas de girassol oriundas de sementes classificadas como leves e pesadas — Uberlândia, MG, 2013

PESO DAS SEMENTES	EMERGÊNCIA (%) ¹
Leve	95 b
Pesado	96 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância

Considerando-se a diferença de 1% e 2% na emergência de plântulas para peso da semente e posição das sementes no capítulo, os resultados não podem ser desconsiderados, pois ao extrapolar para uma população de 35 mil plantas ha⁻¹ (população que apresentou maior massa de mil sementes), nota-se redução de 350 a 700 plantas ha⁻¹, respectivamente e a redução consequente na produção deve ser levada em consideração. Silva et al. (2009), avaliando o desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos, obteve média de 390 gramas de sementes de girassol por capítulo. Considerando-se o trabalho de Silva et al. (2009), a redução em produtividade pode variar entre 2,27 e 4,55 sacos por hectare.

Em geral, os testes de germinação de sementes em laboratório ocorrem em condições controladas, seguindo prescrições das RAS (BRASIL 2009), que visa garantir condições consideradas ideais para que as sementes possam expressar seu potencial germinativo. Entretanto, observa-se alta porcentagem de emergência de plântulas de girassol em canteiros com areia (TABELAS 14 e 15), quando se comparam com a porcentagem de plântulas normais obtidas pelo teste de germinação de sementes de girassol em rolo de papel germiteste realizados em condições de laboratório (TABELA 10). Esse comportamento, possivelmente, ocorre em função da drenagem da areia, reduzindo as condições de anaerobiose nas fases iniciais da germinação.

4.4.2 Índice de velocidade de emergência (IVE), tempos final e médio e coeficiente de variação de tempo

Nota-se que as sementes da posição periférica do capítulo foram significativamente piores em comparação às localizadas no centro do capítulo ao se avaliar o índice de velocidade de emergência (TABELA 16). Comparando-se as sementes leves e pesadas, observa-se que as sementes leves das regiões periférica e

mediana apresentaram IVE maior. Oliveira et al. (2011), avaliando sementes de girassol em função de sua largura e da época de semeadura, não obtiveram resultados significativos para IVE.

TABELA 16 – Índice de velocidade de emergência, tempo final, tempo médio e coeficiente de variação no tempo das sementes, colhidas em três posições do capítulo de girassol, classificadas em dois pesos — Uberlândia, MG, 2013

POSIÇÃO DAS SEMENTES NO CAPÍTULO	PESADAS	LEVES
	Índice de velocidade de emergência	
Periférica	25,270 c B	26,069 bA
Mediana	26,234 b B	26,936 aA
Central	27,106 a A	26,721 ab A
	Tempo final	
Periférica	10,400 b A	10,325 a A
Mediana	10,225 b A	10,250 a A
Central	09,850 a A	10,250 a B
	Tempo médio	
Periférica	7,557 c B	7,292 b A
Mediana	7,405 b B	7,223 b A
Central	7,206 aB	7,100 aA
	Coeficiente de variação no tempo	
Periférica	12,737 b A	12,467 a A
Mediana	12,006 b A	12,418 a A
Central	11,015 a A	12,620 a B

¹ Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância

Sementes classificadas como leves não se diferenciaram ao se avaliar o tempo final de emergência nas diferentes posições de colheita das sementes no capítulo (TABELA 16). Para sementes pesadas, aquelas localizadas no terço central do capítulo de girassol apresentaram menor tempo final ao se compararem as demais posições. Não houve alteração significativa ao se avaliarem o tempo final de emergência e plântulas dentro de cada posição do capítulo de girassol, exceto para a posição central, cujos resultados evidenciam redução do tempo final para sementes classificadas como pesadas, concluindo a emergência em menor tempo (TABELA 16). Alves et al. (2012), avaliando a composição química e qualidade fisiológica de sementes de girassol, observaram que sementes localizadas no terço periférico do capítulo apresentaram menor tempo final de germinação.

A Tabela 16 mostra os resultados para tempo médio de emergência de plântulas. Constata-se que, para sementes leves e sementes pesadas, as do terço central do capítulo apresentaram tempo médio de emergência menor. Comparando-se o tempo médio na posição do capítulo, nota-se redução do tempo médio de emergência dentro das

plântulas oriundas das sementes classificadas como leves. Resultado semelhante foi obtido por Alves et al. (2012), cujo estudo mostrou que a posição central de colheita de aquênios também permitiu que o tempo médio fosse reduzido quando comparado com o das sementes da posição periférica do capítulo de girassol.

Comparando-se o CVt de emergência das sementes dentro de cada posição no capítulo, constata-se que apenas as sementes da posição central apresentaram diferenças em função do peso, com as sementes leves apresentando maior CVt. Entretanto, as sementes leves não diferiram nessa variável quando se comparam as diferentes posições de origem das sementes no capítulo. Para as sementes classificadas como pesadas, aquelas colhidas na região central apresentaram menor CVt (TABELA 16).

4.4.3 Sincronia

A média dos dados de sincronia da emergência de plântulas oriundas de sementes colhidas em três posições no capítulo de plantas de girassol está na Tabela 17. Observa-se que a emergência das plântulas oriundas de sementes colhidas na posição central do capítulo foi mais sincronizada que nas da posição periférica, contrastando os resultados obtidos por Alves et al. (2012), que constataram emergência de sementes mais sincronizadas quando estas foram oriundas do terço periférico do capítulo de girassol. Ainda assim, os índices de sincronia mostraram valores próximos a zero, sugerindo a falta de sobreposição de germinação das sementes no tempo.

TABELA 17 – Média dos dados de sincronia da emergência de plântulas oriundas de sementes colhidas em três posições no capítulo de plantas de girassol — Uberlândia, MG, 2013

POSIÇÃO DOS AQUÊNIOS NO CAPÍTULO	SINCRONIA ¹
Periférica	0,187 b
Mediana	0,200 ab
Central	0,211 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância

4.4.6 Incerteza

Resultados da incerteza na emergência de plântulas oriundas de sementes de três posições do capítulo colhidos em diferentes densidades de semeadura de girassol em que foram produzidos estão na Tabela 18. Nota-se que não houve diferenças significativas para a incerteza da emergência ao se compararem as populações de

plantas dentro de cada posição das sementes no capítulo. Em geral, a incerteza da emergência não foi alterada pelas sementes oriundas de diferentes posições no capítulo de girassol, exceto para a população de 40 mil plantas ha⁻¹, cujas sementes colhidas na posição central do capítulo apresentaram menor incerteza da emergência.

TABELA 18 – Incerteza (bit) na emergência de plântulas oriundas de sementes de três posições do capítulo, colhidos em diferentes densidades de semeadura de girassol, em que foram produzidos — Uberlândia, MG, 2013

Densidade de semeadura (1000 sementes ha ⁻¹)	INCERTEZA (bit)		
	Posição das sementes no capítulo ¹		
	Central	Mediana	Periférica
35	2,555 a A	2,564 a A	2,737 a A
40	2,335 a A	2,620 a B	2,644 a B
45	2,580 a A	2,635 a A	2,676 a A
50	2,532 a A	2,451 a A	2,591 a A

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância

4.5 Frequência relativa de emergência

A Figura 9 apresenta a média de dados da frequência relativa de emergência de plântulas oriundas de sementes colhidas em posições diferentes do capítulo em função da densidade de semeadura de sementes de girassol e classificadas como pesadas. Nota-se que as plântulas de girassol concentraram emergência entre o sexto dia e o décimo dia de emergência, com picos de germinação acima de 25% entre o sexto e sétimo dias, independentemente da densidade de semeadura e da posição das sementes no capítulo. Em geral, observa-se uma tendência de emergência mais uniforme e mais rápida em função do maior índice de velocidade de emergência e do menor tempo médio de germinação (TABELA 16) para sementes colhidas na posição central do capítulo, pois obtiveram picos de germinação mais próximos ao tempo inicial de emergência de plântulas.

A Figura 10 mostra a média dos dados de frequência relativa de emergência de sementes classificadas como leves oriundas de densidades semeadura distintas e colhidas em três posições do capítulo. Observa-se que a distribuição da frequência de emergência de plântulas seguiu o mesmo padrão dos aquênios pesados (FIGURA 9).

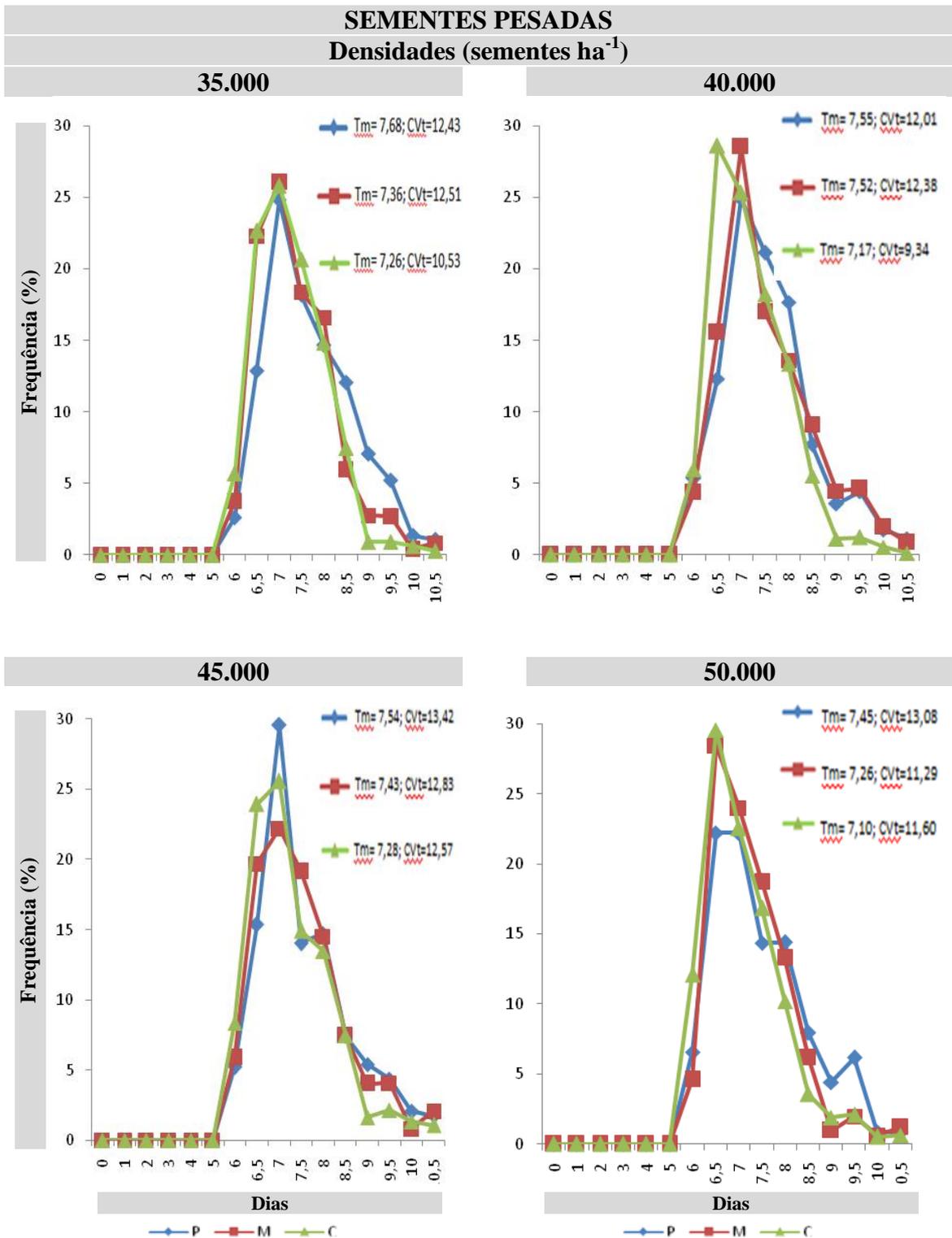


FIGURA 9 – Média dos dados de frequência relativa de emergência de sementes colhidas em três posições do capítulo oriundas de diferentes densidades de semeadura e classificadas como pesadas — Uberlândia, MG, 2013

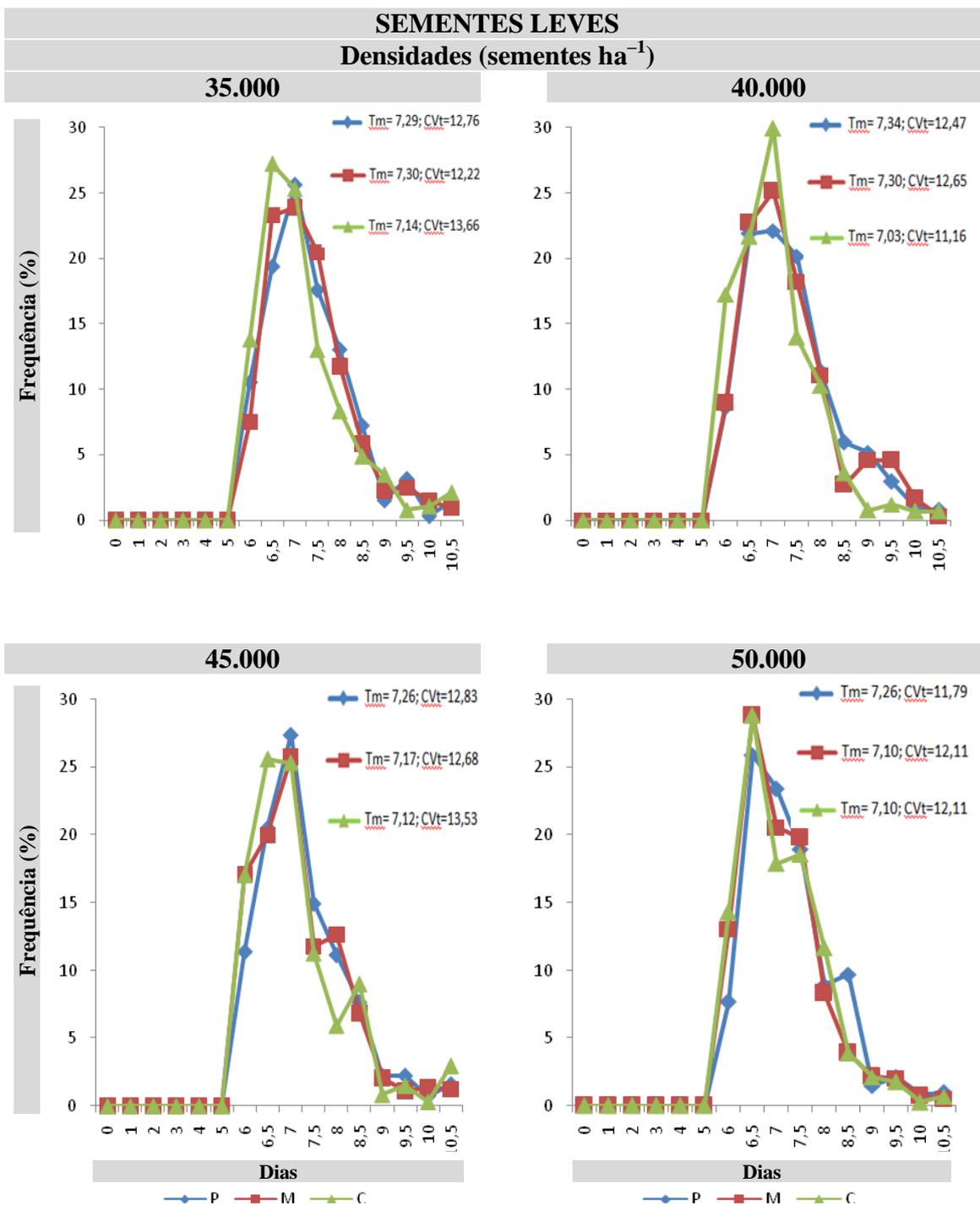


FIGURA 10 – Média dos dados de frequência relativa de emergência de sementes colhidas em três posições do capítulo oriundas de diferentes densidades de semeadura e classificadas como leves — Uberlândia, MG, 2013

Ao avaliar o desempenho de híbrido de girassol em resposta ao vigor das sementes e à população de plantas, Brunet (2010) obteve achados semelhantes para frequência relativa de emergência, cujos resultados mostram que a partir do sexto dia de germinação a frequência relativa tendeu a ser reduzida.

4.6 Considerações finais

A estratificação do florescimento do girassol da periferia para o centro e em círculos concêntricos, aliada a um período de sete dias a dez dias para que se desenvolvam as sementes de um mesmo capítulo, faz que as primeiras sementes formadas — nesse caso, aquelas localizadas na periferia — fiquem maiores e mais pesadas, dada a absorção maior de fotoassimilados quando comparadas com as da posição central do capítulo, mais leves e menores. Entretanto, sementes da periferia do capítulo, pela característica do florescimento do girassol, permaneceram por mais tempo expostas às condições ambientais até que aquelas localizadas na posição central pudessem atingir o ponto de maturidade fisiológica que permitisse colher as inflorescências de uma só vez. Com isso, as sementes localizadas no terço central do capítulo foram colhidas quando estavam mais próximas do ponto de maturidade fisiológica, diferentemente daquelas localizadas na periferia do capítulo. Esse período de armazenamento ao ar livre é um grande perigo para a qualidade da semente, pois ficam expostas às intempéries e ao ataque de pragas e micro-organismos.

Aliado às características botânicas da inflorescência capitulada do girassol, outro fator importante é o sistema de classificação das sementes (assoprador pneumático). Sementes oriundas da posição central, além de serem colhidas mais próximas do ponto de maturidade fisiológica, foram mais bem classificadas, pois as sementes de baixa qualidade nessa posição do capítulo são mais leves e facilmente deslocáveis pelo fluxo de ar, por isso são armazenadas na coluna do assoprador pneumático. Sementes do terço periférico do capítulo são maiores, mais pesadas e não são deslocadas com facilidade pelo fluxo de ar do assoprador. Muitas sementes de baixa qualidade, porém pesadas, permaneceram com aquelas consideradas de boa qualidade, reduzindo a qualidade geral das sementes periféricas.

5 CONCLUSÕES

- A densidade de semeadura de até 40 mil sementes ha^{-1} proporciona obter sementes com maior massa.
- Sementes classificadas como pesadas apresentam emergência melhor de plântulas.
- Os índices melhores de velocidade de emergência ocorreram quando as sementes foram colhidas na posição central do capítulo, assim como os menores tempos final e médio de emergência e o menor coeficiente de variação no tempo.
- Sementes localizadas no centro da inflorescência emergiram de forma mais sincronizada quando comparadas com aquelas localizadas na periferia.
- A avaliação da emergência de plântulas de girassol em canteiros com areia se mostrou de extrema importância, sobretudo no que tange aos resultados significativos obtidos para posição das sementes no capítulo de girassol.

REFERÊNCIAS

- ADAMO, P. E. SADER, R. **Influência da época de semeadura na produção e qualidade de sementes de girassol**. 1982. Monografia (Graduação em Agronomia) — Faculdade de Agronomia, da Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal.
- ADAMO, P. E. et. al. Influência do tamanho na produção e qualidade de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 6, n. 3, p. 9–14, 1984.
- AGRIANUAL. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2006, 392p.
- AGUIAR, I. B. et al. Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de eucalipto. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 53–8, 1979.
- ALKIO, M. et al. Effect of source-sink ratio on seed set and filling in sunflower (*Helianthus annuus*L.). **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 26, n.10, p.1609–19, 2003. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.0016-8025.2003.01077.x/pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2013.
- ALVAREZ, C. G. D. et al. Avaliação das características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 402–08, 2006.
- ALVES, F. V. et al. Composição química e qualidade fisiológica de sementes de girassol de plantas submetidas à competição intraespecífica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3 p. 457–65, 2012.
- AMARAL FILHO, J. P. R. et al. Influência do espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada nas características produtivas em cultura de milho sob alta tecnologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, **Anais...Florianópolis. Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo**: [resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS/EPAGRI/Embrapa Milho e Sorgo, 2002.
- ANDERSON, W. K. Maturation of sunflower. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.15, p. 833–8, 1975. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/paper/EA9750833.htm>>. Acesso em: 3 set. 2012.
- ANDRADE, A. C. S. et.al. Efeito do tamanho das sementes de *Euterpe edulis*Mart. Sobre a emergência e crescimento inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 225–31, 1996.
- ANDRADE, F. H. et al. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 5, p. 975–80, 2002.
- ÁVILA, W. et. al. Influência do tamanho da semente na produtividade de variedades de soja. **Agrarian**, Dourados, v. 1, n. 2, p. 83–9, 2008.
- BARBOSA, C. Z. R. et. al. Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima em função do tamanho no armazenamento. **Ciência Agronômica**, Santa Catarina, v. 41, n. 1, p. 73–80, 2010.
- BAYDAR, H.; ERBAS, S. Influence of seed development and seed position on oil, fatty acids and total tocopherol contents in sunflower (*Helianthus annuus*L.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Turkey v. 29, p. 179–86, 2005. Disponível em:

<<http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-05-29-3/tar-29-3-4-0406-3.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2013.

BITTENCOURT, J. F. N. et al. Maturação fisiológica de sementes de girassol cv. Contisol. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, 13, n. 2, p. 81–5, 1991.

BRASIL. Instrução normativa nº, 25 de 16 de dezembro de 2005. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.dda.agricultura.rs.gov.br/upload/1348856990_IN%2025%20de%2020%20de%20dezembro%20de%202005.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação brasileira sobre sementes e mudas**; lei 10.711, de 5 de agosto de 2003: Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004, Brasília: MAPA/SNPC, 2004. 122p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRAZ, M. R. S. ROSSETO, C. A. V. Crescimento de plantas de girassol em função do vigor de aquênios e da densidade de sementeira. **Ciência Rural**, Santa Maria. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2009nahead/a264cr1519.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2009.

BRUNES, R. R. **Desempenho de híbrido de girassol em resposta ao vigor das sementes, população de plantas e desuniformidade de sementeira no outono de 2009 em Uberlândia – MG**. 2010. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) — Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia

CARVALHO, C. G. P. et al. (Org.). **Informes da avaliação de genótipos de girassol, 2004/2005 e 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 121 p. (Embrapa Soja. Documentos, 271).

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CASTRO, C. et al. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 163–210.

CASTRO, C. et al. Acúmulo de matéria seca, exportação e ciclagem de nutrientes pelo girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA CNPSO, 2005, p. 29–31.

CONAB. **Conjuntura mensal. Girassol**: julho de 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_08_13_15_51_40_girassoljulho2012.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2013.

COSTA, P. R.; CUSTÓDIO, C. C.; MACHADO NETO, N. B.; MARUBAYASHI, O. M. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n.1, p. 105–13, 2004.

CRUZ, J. C. et al. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60–73, 2007.

- DELOUCHE, J. C. Qualidade e desempenho da semente. **Revista Seed News**, Pelotas, ano IX, n. 5, Reportagem de capa do mês setembro/outubro — 2005. Disponível em: <<http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/56/38>>. Acesso em: 20 mar 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de girassol**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producao/girassol/densidade.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- FERREIRA, D. F. Programa Sisvar.exe. **Sistema de análises de variância**. Versão 5.3. 2003.
- FERRI, M. G. **Botânica: morfologia externa das plantas (organografia)**. São Paulo: Melhoramentos, 1977, 149p.
- FILHO, A. C.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 17–24, jan. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n1/03.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2013.
- HÖFS, A. et al. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 92–7, 2004.
- JAUER, A. et al. Análise de crescimento da cultivar de feijão pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Faculdade Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 10, n. 1, p. 1–12, 2003.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263–84, 1976.
- LABOURIAU, L. F. G. **A germinação de sementes**. Washington: Sec. Org. dos Estados Unidos, 1983. 174p
- LEITE, R. M. B. et al. **Girassol no Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Soja, Londrina, PR, 2005.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641 p.
- LIMA, A. M. M. P.; CARMONA, R. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 157–63, 1999.
- LOUREIRO, M. B. et al. Avaliação do efeito do tamanho de sementes na germinação e no vigor de garapa (*Apuleia leiocarpa* (vog.) macbr.). **Revista Universidade Rural**, v. 24, n. 1, p. 73–7, 2004 .
- MAEDA, J. A. et al. **Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol**. Bragantia, Campinas, v. 46, n. 1, p. 35–44, 1987.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176–7, 1962.
- MARCOS FILHO, J. et al. Tamanho da semente e desempenho do girassol: I. Germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 8, n. 2. p. 9–20, 1986.

- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495p.
- MARZINEK, J.; PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. et al. Cypselas or achene? Refining terminology by considering anatomical and historical factors. **Revista Bras. Bot.**, v. 31, n. 3, p. 549–53, jul./set. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v31n3/a18v31n3.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2013.
- MATTHES, L. A. F.; UNGARO, M. R. G. Influência da localização da semente na porcentagem de óleo e no teor de umidade em capítulos de girassol. **Bragantia** [online], v. 42, n. 1, p. 239–44, 1983. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v42n1/22.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- MONTEIRO, C. A. **Análise de crescimento e produtividade agrícola de girassol conduzido na safrinha em cinco densidades de plantas**. 2001. 94f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luis de Queiróz. Universidade do Estado de São Paulo.
- MUNSHI, S. K. et al. Compositional changes in seeds influenced by their positions in different whorls of mature sunflower head. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 1622–6, 2003. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/106566295/abstract>>. Acesso em: 23 jan. 2013.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. **Efeito do tamanho na germinação de sementes de mucuna-preta**. Científica, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 2005.
- NEVES, I. P. **Cultivo do girassol**. Bahia: RETEC (Dossiê técnico. RETEC/BA). 21p, 2007.
- OLIVEIRA, R. B. et al. Qualidade fisiológica de cipselas de girassol em função de largura e época de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 435–46, 2011.
- PICCININ, G. G. et al. Relação entre o tamanho e a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. **Agrarian**, Dourados, v. 5, n.15, p. 20–8, 2012.
- ROGER, W. M. et. al. **Efeito do tamanho da semente de girassol na germinação e vigor**. 1981. Monografia (Graduação em Agronomia) — Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal.
- SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159–68, 2000.
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação** — um enfoque estatístico. Brasília: ed. UnB, 2004. 248p.
- SANTOS, C. M. et. al. Potencial germinativo de sementes de algodão coletadas em diferentes épocas e submetidas ao deslaminamento químico e tratamento com fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 104–7, 1998.
- SILVA, A. G. et al. Efeitos do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônômicos de três híbridos de girassol cultivados na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 105–10, 2009.

SILVA FILHO, P. M. **Desempenho de plantas e sementes de soja classificadas por tamanho e densidade**. 1994. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

SILVA, H. P. et al. Qualidade de sementes de *Helianthus annuus* L. em função da adubação fosfatada e da localização na inflorescência. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1.160–5, jul. 2011.

SILVA, P. R. F. et al. **Densidade e arranjo de plantas em girassol**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 30, n. 6, p. 797–810, 1995.

SILVA, P. R. F.; NEPOMUCENO, A. L. Efeito do arranjo de plantas no rendimento de grãos, componentes do rendimento, teor de óleo e no controle de plantas daninhas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 9, p. 1.503–8, 1991.

SILVEIRA, J. M. et al. Aspectos fitotécnicos do cultivo do girassol relacionados à distribuição espacial de plantas, restos vegetais e qualidade de sementes. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F. (Org.). **Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja — 2002: girassol e trigo**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2003, p. 50–6. (EMBRAPA Soja. Documentos, 218).

SILVEIRA, J. M. et al. Semeadura e manejo da cultura do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005, p. 375–409.

SIVASUBRAMANIAN, S.; RAMAKRISHNAN, V. Relationship between seed size and seedling vigour in sunflower. **Seed. Res.**, n. 5, v. 1, p. 6–10, 1977

SOLASI, A. D.; MUNDSTOCK, C. M. Épocas de semeadura e características do capítulo de cultivares de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 6, p. 873–9, 1992.

TALAMINI, V. et al. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol introduzidas para cultivo em Sergipe. **Boletim de Pesquisa**. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju. 19p. 2011. Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/bp_67.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2013.

TAN, A. S.; KARACAOGLU, N. N. Effect of plant population on seed yield, oil percentage and other plant characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*L.). In: SUNFLOWER RESEARCH WORKSHOP, 1991, Fargo. Proceedings, Bismark: National Sunflower Association, p. 43–52, 1991.

THOMAZINI, A.; MARTINS, L. D. Qualidade física e fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus*L.) Cultivar MG2 em condições de casa de vegetação e laboratório. **Enciclopedia Biosfera**, Centro Científico Conhecer — Goiânia, v. 7, n. 12, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/qualidade%20fisica%20e%20fisiologica.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2013.

TRÉS, S. P. et al. Avaliação do vigor em sementes de soja (*Glycinemax*(L.) Merrill) em função do tamanho. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 3, n. 2, p. 31–7, 2010.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE/USDA. **Crop production**. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/nass/CropProd/2010s/2010/CropProd-05-11-2010.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2010.

VAZQUEZ, G. H. et al. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e da produtividade de grãos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 16–24, 2012.

VON PINHO, E. V. R. et al. Influência do tamanho e do tratamento de sementes de milho na preservação da qualidade durante o armazenamento e posterior comportamento no campo. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 30–6, 1995.

ZAREA, M. J. et al. Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. **Agronomy for Sustainable Development**, Avignon, v. 25, n. 4, p. 513–8, 2005.

APÊNDICE 1 – Tabela-resumo dos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos referentes às análises dos dados de massa de mil sementes (gramas), sementes pesadas (%), sementes leves (%) e descarte (%) ao se avaliar a qualidade de sementes de girassol colhidas em três posições do capítulo oriundas de diferentes populações de plantas — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Testes	DADOS NÃO TRANSFORMADOS		DADOS TRANSFORMADOS		Análise dos dados
		Valor de F/K/F'	Significância ¹	Valor de F/K/F'	Significância ¹	
Peso de Mil Sementes	Levene	0,923	0,568	—	—	NT
	KS	0,049	0,200	—	—	
	Tukey	0,704	0,404	—	—	
Fração Pesada ²	Levene	0,889	0,557	0,653	0,775	T
	KS	0,176	0,000	0,136	0,004	
	Tukey	5,908	0,019	1,706	0,198	
Fração leve ²	Levene	0,734	0,557	0,546	0,861	T
	KS	0,160	0,001	0,124	0,004	
	Tukey	4,638	0,037	0,804	0,375	
Fração Descarte ³	Levene	4,828	0,000	2,782	0,007	T
	KS	0,168	0,000	0,083	0,075	
	Tukey	47,391	0,000	22,984	0,000	

¹ Valores em negrito indicam homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos, pelos testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey

F/K/F': testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, respectivamente

T; NT: Dados transformados e não transformados, respectivamente

KS: Kolmogorov-Smirnov.

² Dados transformados por $\arcseno \sqrt{\frac{x}{100}}$.

³ Dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$.

APÊNDICE 2 – Tabela-resumo dos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos, referentes às análises dos dados de plântulas normais (%), plântulas anormais (%) e sementes mortas (%), ao avaliar a qualidade de sementes de girassol colhidas em três posições do capítulo oriundas de diferentes populações de plantas e classificadas em dois pesos — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Testes	DADOS NÃO TRANSFORMADOS		DADOS TRANSFORMADOS		Análises dos dados
		Valor de F/K/F'	Significância ¹	Valor de F/K/F'	Significância ¹	
Plântulas Normais ²	Levene	3,369	0,000	3,335	0,000	NT
	KS	0,053	0,200	0,053	0,200	
	Tukey	0,438	0,510	0,646	0,424	
Plântulas Anormais ²	Levene	3,544	0,000	3,491	0,000	NT
	KS	0,062	0,200	0,055	0,200	
	Tukey	0,216	0,643	0,348	0,557	
Sementes Mortas ³	Levene	2,909	0,000	2,997	0,000	T
	KS	0,208	0,000	0,151	0,000	
	Tukey	9,486	0,003	4,771	0,032	

¹ Valores em negrito indicam homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos, pelos testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey
F/K/F': testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, respectivamente
T; NT: dados transformados e não transformados, respectivamente.
KS: Kolmogorov-Smirnov

² Dados transformados por $\arcseno \sqrt{\frac{x}{100}}$.

³ Dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$.

APÊNDICE 3 – Resumo dos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos referentes às análises dos dados de emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio (dias), coeficiente de variação do tempo (CVt) (%), sincronia e incerteza (*Bit*) ao se avaliar a qualidade de sementes de girassol colhidas em três posições do capítulo oriundas de diferentes populações de plantas e classificadas em dois pesos — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Testes	DADOS NÃO TRANSFORMADOS		DADOS TRANSFORMADOS		Análises dos dados
		Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	
Emergência	Levene	1,478	0,097	—	—	
	KS	0,093	0,012	—	—	NT
	Tukey	1,351	0,248	—	—	
IVE	Levene	1,301	0,188	—	—	
	KS	0,079	0,066	—	—	NT
	Tukey	1,567	0,069	—	—	
Tempo inicial ²	Levene	5,874	0,000	5,874	0,000	
	KS	0,458	0,000	0,458	0,000	NT
	Tukey	0,000	0,000	4,46x10 ⁵	0,000	
Tempo final ²	Levene	4,383	0,000	4,470	0,000	
	KS	0,225	0,000	0,225	0,000	NT
	Tukey	19,144	0,000	19,599	0,000	
Tempo médio	Levene	1,023	0,445	—	—	
	KS	0,067	0,200	—	—	NT
	Tukey	1,648	0,203	—	—	
CVt	Levene	0,974	0,505	—	—	
	KS	0,048	0,200	—	—	NT
	Tukey	0,015	0,904	—	—	
Sincronia ³	Levene	2,563	0,001	2,482	0,001	
	KS	0,084	0,036	0,075	0,097	T
	Tukey	0,173	0,679	0,292	0,590	
Incerteza	Levene	1,954	0,013	—	—	
	KS	0,057	0,200	—	—	NT
	Tukey	0,002	0,963	—	—	

¹ Valores em negrito indicam homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos pelos testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey

F/K/F': testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, respectivamente.

T; NT: dados transformados e não transformados, respectivamente.

KS: Kolmogorov-Smirnov

² Dados transformados por \sqrt{x}

³ Dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$

Impressão
GRÁFICA DA UFU
Edição textual, tradução
normalização e formatação
EDINAN J. SILVA
etalii@bol.com.br